Pr 1956

TOME XXIII, FASC. 4. 31 DÉCEMBRE 1958

# REVUE DE MYCOLOGIE

Publication paraissant 5 fois par an

*publiée et dirigée par*

ROGER HEIM

Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Directeur du Muséum National

LABORATOIRE
DE CRYPTOGAMIE
DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
12, RUE DE BUFFON, PARIS (Ve)

Périodique subventionné par le Centre National de la Recherche Scientifique

BIBL. DU MUSEUM D'HIST.

Source : MNHN, Paris

# SOMMAIRE

## TRAVAUX ORIGINAUX

Mme Panca HEIM. — Observations sur la reproduction sexuelle des Péronosporacées, notamment du *Basidiophora entospora* Roze et Cornu (Pl. X, XI, XII) ..... 373

E. KHABIRI. — Contribution à la mycoflore de l'Iran (3e liste) (avec 1 fig.) ..... 408

Roger HEIM. — Brève diagnose latine des *Cytophyllopsis* ..... 413

***

Liste bibliographique ..... 414

***

## SUPPLÉMENT

Chronique de l'amateur : 60.000 Champignons, par Georges BECKER ..... 415

***

TABLES DU TOME XXIII ..... 418

Source : MNHN, Paris

Pr 1956

# Observations sur la reproduction sexuelle des Péronosporacées, notamment du Basidiophora entospora Roze et Cornu

Par Mme Panca HEIM (Paris).

(Pl. X, XI, XII).

■

Dans son rapport sur les renseignements relatifs aux maladies de la vigne, en 1883, Ch. Richon signalait que chez le *Plasmopara viticola*, l'oogone contient une gonosphère qui est fécondée par une anthéridie en forme de massue, à travers un tube qui perfore la paroi de l'oogone. Une fois fécondée, la gonosphère s'entoure d'une membrane épaisse, l'épispore, et devient l'oospore ou corps reproducteur, ou spore germante. Cette spore séjourne sans changements dans les tissus des feuilles mortes. Au printemps, lorsque les conditions d'humidité et de température sont favorables, l'oospore germe en donnant une centaine de zoospores à deux cils, douées d'un mouvement vibratoire vif, de courte durée, car ces éléments se fixent aussitôt sur la plante nourricière qu'ils rencontrent, germent et donnent chacun un filament mycélien. Lors de la reproduction asexuée, les sporanges produisent également des zoospores ou des tubes mycéliens aussi fertiles que ceux formés au cours de la reproduction sexuée.

Depuis, les Péronosporacées, champignons parasites qui provoquent la rouille blanche des Crucifères, les mildious des céréales, de la vigne et du houblon, le meunier des laitues, la pourriture des fruits, etc., ont fait l'objet d'importantes et nombreuses recherches. Beaucoup de détails ont été donnés, parfois très compliqués, de sorte qu'ils ont plutôt alourdi la tâche des chercheurs ultérieurs.

On sait, et ceci figure dans tous les traités classiques, que ces Champignons présentent une reproduction asexuée assurée par les conidies ou sporanges et une reproduction sexuée réalisée par la présence d'oogones et d'anthéridies. L'oogone représente



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

l'extrémité d'un filament mycélien renflé en une vésicule. Après le passage d'un certain nombre de noyaux et du cytoplasme, une cloison sépare ce jeune oogone du filament porteur. Les noyaux de l'oogone subissent deux divisions successives et simultanées pendant que le cytoplasme se différencie en deux zones (phénomène de zonation de Stevens), le périplasme vacuolisé à l'extérieur et l'ooplasme plus dense à l'intérieur. Les noyaux qui se divisent se placent à la limite de ces deux zones.

Après les divisions, un de ces noyaux ou plusieurs, selon l'espèce, émigrent au centre de l'ooplasme et deviennent le ou les noyaux sexuels femelles, tandis que les autres dégénèrent.

L'anthéridie représente l'extrémité d'une autre ramification de la base de l'oogone ou d'un filament voisin. Un nombre beaucoup plus réduit de noyaux se localisent dans cette extrémité qu'une cloison sépare également de l'hyphe-mère. Les noyaux se divisent à leur tour comme ceux de l'oogone.

Au moment de la fécondation, ces deux cellules plurinucléées se mettent en contact par un tube de copulation partant de l'anthéridie et qui libère un ou plusieurs noyaux mâles, jusqu'au centre de l'ooplasme, au voisinage du ou des noyaux femelles. Les deux noyaux de sexe différent vont se fusionner pour donner les noyaux de fécondation. Une membrane épaisse et résistante délimite ensuite la jeune oospore où se sont accumulées des substances de réserve.

Si le schéma évolutif de ces Champignons semble admis, le désaccord règne presque sur tous les points. Nous ne citerons que les plus importants.

Beaucoup d'auteurs doutent de l'existence d'anthéridies venant s'appliquer sur l'oogone et y déverser leur contenu par le canal de copulation. Pour certains, l'anthéridie manque et, en ce cas, un phénomène de parthénogenèse dans l'oogone remplacerait l'acte fécondateur comme il arrive parfois chez les Saprolégniacées. Berlese pense que la membrane de l'oogone étant souvent très épaisse au moment où l'ooplasme doit recevoir l'élément mâle, le tube ne pouvant la traverser, ne se forme pas. D'autre part, on a admis que le canal formé par l'anthéridie opère la fécondation par simple contact et que jamais son extrémité ne s'ouvre pour laisser échapper les noyaux mâles.

La communication entre oogone et anthéridie se ferait, d'après d'autres chercheurs, par rupture de la paroi oogoniale entre ces deux organes. Wager pense qu'une enzyme dissout la région de

Source : MNHN, Paris

la membrane de contact, il en résulte une perforation par où le cytoplasme de l'oogone fait hernie sous forme de papille, la « receptive papilla » de STEVENS. Ensuite, c'est l'anthéridie qui émet un prolongement à l'intérieur de l'oogone en passant par l'ouverture de la membrane. La papille réceptive marquerait, d'après WAGER, l'endroit par où le tube fécondateur pénètre dans l'oogone. Ce tube, court et rigide, gélatineux au sommet, disparaîtrait aussitôt après la fécondation et à sa place resterait une vacuole. Parfois les traces de ce tube ont été signalées dans le périplasme d'où elles seront incorporées dans la membrane de l'oospore.

Chez le *Plasmopara densa*, P.-A. DANGEARD n'a pas vu le canal de communication ni pu déterminer le sort des noyaux de l'anthéridie représentée par une petite cellule à côté de l'oogone et renfermant de trois à six noyaux. Louis MANGIN, non plus, chez aucune des Péronosporacées étudiées, n'a rencontré le canal ayant livré passage aux éléments mâles dans l'oogone.

GREGORY n'a pas reconnu d'anthéridie chez le *Plasmopara viticola* et pense que celle-ci disparaît très tôt ou alors que l'oospore se développe par apogamie. Par contre, STEVENS a signalé parfois deux anthéridies en contact avec l'oogone et deux tubes copulateurs s'ouvrant dans l'ooplasme d'*Albugo Bliti*, etc.

Le devenir de l'anthéridie n'est pas précis non plus : pour certains, cet organe se vide plus ou moins complètement de son contenu et les noyaux qui restent dégénèrent en une masse huileuse. Pour d'autres, l'anthéridie disparaît, se désintègre après la fécondation ou reste d'une façon permanente adhérente au pédoncule oogonial.

La discordance existe aussi quant au nombre des noyaux de l'oogone — quelques dizaines ou quelques centaines, parfois pour la même espèce, — et sur la signification qu'il convient d'attribuer à leurs divisions. Pour les auteurs anciens, les divisions successives et simultanées qui ont lieu dans les organes sexuels, et qui précèdent la fécondation, sont des divisions réductrices. Pour les autres, la méiose a lieu au moment de la germination de l'oospore, les divisions des noyaux de l'oogone et de l'anthéridie étant des mitoses ordinaires. Parfois, il n'y a qu'une seule division, la seconde n'affectant qu'une partie des noyaux-fils.

Le moment où s'effectue la fusion des noyaux de l'oospore fait aussi l'objet d'opinions contradictoires. Pour certains, ce phénomène a lieu précocement, de sorte que l'oospore est uninucléée

Source : MNHN, Paris

pendant la période de repos; selon d'autres, les deux noyaux rapprochés persistent longtemps avant de se fusionner. Chez le *Plasmopara densa*, P.-A. DANGEARD n'a pu déceler ce qui se passe au moment de la fécondation et l'auteur hésite à attribuer un rôle fécondateur aux deux noyaux placés côte à côte. Ce grand savant ne croit pas en la fusion de ces noyaux et pense que l'existence d'un noyau unique souvent signalé par les auteurs tient à ce qu'il a été fait une confusion avec un globule oléagineux dont la description a beaucoup préoccupé les anciens.

Enfin, citons la remarque de FISCH qui admettait que les nombreux noyaux présents dans l'oogone se fusionnent en un seul, et celle de WAGER, à propos du *Peronospora parasitica* où le noyau mâle fusionne avec le noyau central de l'ooplasme, ce dernier résultant déjà de la fusion de deux noyaux.

En réalité, la fusion nucléaire n'a pas été enregistrée mais plutôt supposée, de même que la réduction chromatique que certains auteurs placent à la première division du noyau de fusion, à la deuxième ou même à la cinquième. D'après BERLESE, le noyau de fécondation se divise cinq fois jusqu'à la maturation de l'oospore, mais l'auteur ne se prononce pas sur le moment précis où s'effectue la réduction. Selon WAGER, l'oospore avec les trente-deux noyaux issus de ces cinq divisions représente le sporophyte et les noyaux doivent être considérés chacun, avec le cytoplasme qui l'entoure, comme une cellule-mère (*spore mother* d'après la désignation de FITZPATRICK), qui va donner quatre zoospores. D'après STEVENS, ROSENBERG et RUHLAND, la réduction chromatique aurait lieu à la formation de ces noyaux spermatiques.

Les auteurs admettent que si la fusion et la méiose n'ont pas encore été reconnues d'une façon définitive, il semble logique de les placer lors de la formation et de la germination de l'oospore, les auteurs plus récents, n'acceptent pas l'idée suggérée par les anciens qui situaient la réduction chromatique pendant les divisions nucléaires des organes sexuels, précédant donc la fécondation.

Toutes ces divergences, ces controverses, nous ont incitée à reprendre cet intéressant sujet que nous avons étendu à plusieurs espèces appartenant à tous les genres. Des centaines de préparations ont été examinées sur des coupes transversales et longitudinales, faites à 5 μ d'épaisseur, après fixation et coloration selon les techniques modernes. La méthode Helly-

Source : MNHN, Paris

Feulgen a été largement employée. L'hématoxyline ferrique de Heidenhain et le violet de gentiane nous ont donné de très belles préparations dans le matériel fixé au Navaschin et au Regaud, ce dernier pour l'examen du cytoplasme.

Nous avons étudié les espèces suivantes : *Basidiophora entospora* Roze et Cornu, sur *Erigeron canadensis* L., *Plasmopara viticola* (Berk. et Curtis) Berl. et de Toni, sur *Vitis vinifera* L., *Plasmopara pygmaea* (Unger) Schroet. sur *Anemone nemorosa* L., *Bremia lactucae* Regel sur *Lactuca sativa* L., *Sclerospora graminicola* (Sacc.) Schroet. sur *Setaria viridis* P. B., *Pseudoperonospora Humuli* (Miyab. et Tak.) Wils, sur *Humulus lupulus* L., *Peronospora Holostei* Casp. sur *Holosteum umbellatum* L., *P. Ficariae* (Nees) Tul. sur *Ranunculus ficaria* L., *P. media* Gäum. sur *Stellaria media* Cyr., *P. viciae* (Berk.) Gäum. sur *Vicia tetrasperma* Moënch, *P. leptosperma* (de Bary) Gäum. sur *Matricaria inodora* L., *P. Tanaceti* Gäum. sur *Tanacetum vulgare* L., *P. fulva* Syd. sur *Lathyrus Nissolia* L., *P. cheiranthi* Gäum. sur *Cheiranthus cheiri* L., *Cystopus candidus* (Pers.) de Bary [*Albugo candida* (Pers.) Ktze] sur *Capsella bursa-pastoris* D. C. et *C. Tragopogonis* (Pers.) Schroet, sur *Tragopogon pratensis* L.

Certes, nous n'avons pas la prétention de dire que chez toutes ces espèces nous avons trouvé tous les stades s'échelonnant d'une façon impeccable. Dans beaucoup d'entre elles, le nombre d'organes sexuels était très faible, dans d'autres, les divisions nucléaires plus rares, et il nous a fallu beaucoup de patience pour aboutir à des résultats satisfaisants, car, comme disait P.-A. Dangeard, les Champignons ne livrent pas avec facilité les secrets de leurs phénomènes intimes!

Il était intéressant de connaître le comportement nucléaire qui préside à la formation des conidies et des oospores, les unes comme les autres donnant à la germination des filaments mycéliens ou des zoospores, comme de savoir quelle est la valeur de ces éléments doués de mouvements dans les conidies, qui représentent de simples organes asexués, et dans les oospores dont la formation a exigé une mise en scène si compliquée par la présence d'organes sexuels.

## Observations personnelles.

Nous rapporterons, dans le présent travail, nos observations sur le *Basidiophora entospora* Roze et Cornu, parasite des feuilles

Source : MNHN, Paris

de l'*Erigeron canadensis* L. en mentionnant en temps utile les remarques faites sur d'autres Péronosporacées.

## Mycélium et conidies.

Le Champignon présente un thalle constitué de filaments ramifiés, dont la forme et la largeur sont imposées par la structure de la feuille. Ces filaments se frayent un chemin parfois très étroit, comme dans le tissu palissadique où il devient souvent impossible de le suivre s'il n'y avait pas, de temps en temps, les suçoirs pour indiquer la présence de l'hyphe-mère. Lorsque le filament atteint un espace intercellulaire plus large, dans le parenchyme lacuneux ou dans les méats, il grossit considérablement. Parfois, il forme des renflements, des lobes séparés par des sillons plus ou moins profonds qui limitent des articles de longueur et largeur variables et qui peuvent se détacher du filament.

Le mycélium renferme un grand nombre de noyaux répartis irrégulièrement dans un cytoplasme réduit parfois à une couche pariétale et quelques trabécules. Des mitochondries figurent dans ce cytoplasme et des précipitations métachromatiques de diverses tailles dans les vacuoles.

Les noyaux de 1,3 $\mu$ de diamètre, montrent une membrane, un nucléole et un réseau de chromatine, très serré, porteur de petits chromocentres. Dans les filaments en voie de croissance, les noyaux sont plus nombreux et ils offrent une grande affinité pour les colorants. Leur aspect et leur chromaticité pendant la période active nous autorisent à affirmer qu'une division se prépare ou vient d'avoir lieu. En effet, nous avons rencontré des divisions nucléaires dans les hyphes situées plus profondément dans le tissu et qui donneront ultérieurement les oogones et dans les articles mycéliens sous-épidermiques et sous-stomatiques au moment de la formation des conidiophores et des conidies. Dans ces articles, les mitoses ne sont pas très fréquentes, fait qui a conduit certains auteurs à supposer que celles-ci, ainsi que la formation des conidies, s'effectuent pendant la nuit. La méthode de Feulgen nous a permis de compter huit petits chromosomes colorés en rouge violacé. Le même nombre a été trouvé dans le mycélium de *Peronospora leptosperma*, *P. fulva*, *P. cheiranthi*, *P. Ficariae*, *P. Tanaceti*, *Cystopus*, *Pseudoperonospora*, *Trachysphaera* et six chromosomes dans *Bremia* et *Plasmopara* (Fig. 34, 39, Pl. X; 13, Pl. XI; 17, Pl. XII).

Source : MNHN, Paris

Le cytoplasme, dense dans les jeunes ramifications, semble strié suivant un mouvement provoqué par un courant actif. Les noyaux, entraînés par ce mouvement, s'allongent, se courbent d'une façon caractéristique. Lors de leur passage à travers le conidiophore, les noyaux changent également de forme. Chez le *Basidiophora*, où les conidiophores sont très longs et leur membrane si épaisse que la cavité interne est réduite à un mince filet de cytoplasme, les noyaux sont presque filamenteux. Arrivés dans l'extrémité supérieure élargie et dans les conidies globuleuses, les noyaux redeviennent presque sphériques, comme ceux qui sont au repos. Cependant, dans certaines conidies, la forme des noyaux est plutôt ovale avec une extrémité tournée vers la périphérie (Fig. 12, Pl. XI). Le nucléole, entouré de quelques chromocentres, se trouve à cette extrémité.

La présence des noyaux piriformes a été d'ailleurs signalée depuis longtemps par P.-A. Dangeard chez le *Cystopus Tragopogonis*. Selon cet auteur, cette disposition serait en rapport avec la formation des zoospores. Les striations cytoplasmiques, ainsi que les noyaux effilés, ont été également décrits dans d'autres Péronosporacées notamment par P.-A. Dangeard et Istvanffi. Grégory décrit la forme ovale des noyaux du mycélium chez le *Plasmopara viticola* et presque linéaire dans les jeunes filaments.

Nous n'avons remarqué aucune division dans les conidies. Le nombre des noyaux qu'elles contiennent est celui apporté par le conidiophore qui est le prolongement, à l'extérieur, du mycélium interne. L'augmentation du nombre des noyaux est due surtout aux divisions nucléaires qui s'effectuent dans le mycélium interne. Le nombre des noyaux dans les conidies varie en général de trois à huit, parfois davantage. Chez le *Basidiophora* nous avons rencontré des conidies renfermant jusqu'à vingt noyaux. La taille de ces noyaux est légèrement plus élevée que dans le mycélium où les noyaux présentent un diamètre qui varie de 1 μ (*Peronospora Ficariae*, *P. Viciae*) à 2,6 μ (*Cystopus*, *Plasmopara*, *Sclerospora*).

Si la répartition des noyaux dans le thalle n'offre rien de particulier au premier abord, un examen approfondi nous a révélé des aspects très intéressants. Nous avons remarqué, en effet, que très souvent les noyaux se montrent groupés par deux. Cet appariement est peu fréquent dans le mycélium âgé, où l'on voit quelques couples parmi les autres noyaux. Par contre, la présence des couples est plus fréquente dans les hyphes plus jeunes, dans les conidiophores et leurs ramifications où des noyaux filiformes

Source : MNHN, Paris

associés par deux suivent le parcours jusqu'aux conidies. Dans ces dernières, non rares sont les noyaux rapprochés par deux. SALMON a fait cette remarque intéressante chez le *Pseudoperonospora Humuli* où les zoospores nagent parfois par paires.

Cette tendance à l'appariement des noyaux a été observée dans toutes les espèces citées plus haut et aussi dans le mycélium et les conidies de deux genres voisins que nous avons brièvement examiné : le *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary, qui provoque le mildiou de la pomme de terre, le *P. palmivora* Butl., qui cause la pourriture du bourgeon (bud-rot) du Palmier, et le *Trachysphaera fructigena* Tab. et Bunt., l'un des agents des pourritures de la banane.

## OOGONES.

Les oogones se différencient aux extrémités des filaments mycéliens qui se renflent et s'isolent sous forme de cellules plus ou moins arrondies. On trouve le plus souvent un oogone seul entouré des cellules de l'hôte. Parfois, un ou plusieurs articles figurent à ses côtés. Ces articles appartiennent soit au même filament, soit à l'une de ses ramifications partant de la base de l'oogone ou d'une hyphe voisine. Il n'est pas rare de trouver deux ou même trois oogones côte à côte, adhérant presque (*Basidiophora*, *Plasmopara pygmaea*, *Peronospora Tanaceti* et *P. Holostei*).

Malgré la richesse en oogones à tous les stades du développement, nous n'avons observé aucun rapport, aucune disposition qui pourrait indiquer qu'il existe une communication entre l'oogone et les articles voisins qui demeurent, avec leur forme et leurs noyaux, sans changement jusqu'à la maturation de l'oospore. Aucune donnée, ni chez cette espèce, ni dans les autres Péronosporacées examinées ne nous autorise à considérer ces articles comme des anthéridies telles qu'elles ont été décrites par les auteurs.

L'évolution de l'oogone, comme nous allons le voir, s'effectue sans l'intervention d'aucun élément étranger, anthéridie ou canal copulateur. L'oogone est une cellule plurinucléée, indépendante, à l'intérieur de laquelle les phénomènes qui aboutissent à la formation de l'oospore se déroulent d'une façon beaucoup plus simple que celle admise par la plupart des auteurs et dont les descriptions sont si diverses et contradictoires.

Source : MNHN, Paris

Dans les cellules arrondies, polygonales ou cylindriques, qui touchent parfois l'oogone, le nombre de noyaux varie de trois à huit, parfois davantage. Leur taille et leur structure sont les mêmes que celles des noyaux du mycélium. Le cytoplasme est pariétal et des trabécules relient les noyaux entre eux. Par contre, dans les articles appartenant aux jeunes ramifications, le cytoplasme est plus dense et les noyaux, plus nombreux et plus chromatiques, indiquent la fin d'une division. Parfois ces noyaux s'allongent dans le sens d'un courant cytoplasmique, ce qui a fait croire à certains auteurs qu'ils représentent les noyaux spermatiques de l'anthéridie alors que ceux de l'oogone sont sphériques.

Dans l'oogone, le nombre de noyaux en provenance du mycélium varie et, en général, il est en rapport avec la taille de l'organe. Chez le *Basidiophora*, comme dans d'autres Péronosporacées, nous n'avons rencontré que rarement des oogones, parmi les plus larges, possédant plus de soixante noyaux. Le nombre de noyaux estimé à quelques centaines dans l'oogone de divers *Cystopus* nous semble vraiment exagéré, car, même dans les articles mycéliens considérablement dilatés que l'on rencontre dans les chambres sous-stomatiques ou dans le tissu lacuneux, nous n'avons pu approcher de cette évaluation.

La taille et la forme des noyaux de l'oogone sont celles des noyaux du mycélium. Parfois, au cours de leur déplacement, leur aspect change : ils sont alors plus allongés et légèrement recourbés. Une fois constituée la cloison qui sépare l'oogone de l'hyphe-mère, les noyaux reprennent leur forme initiale. Stevens a signalé des noyaux allongés dans un cytoplasme disposé en bandes chez *Albugo*. De même Kruger, chez les *A. candida* et *Peronospora Ficariae*. Ce dernier auteur considère les noyaux fusiformes et arqués comme des noyaux en division. Murphy a figuré lors du développement de l'oogone, chez *Phytophthora erythroseptica*, un cytoplasme stratifié dans lequel les noyaux sont arqués et orientés tangentiellement selon des arcs de cercles concentriques dont le centre est situé dans le pédoncule de l'oogone. Les arcs résultent, d'après l'auteur, d'une différence de densité dans le cytoplasme de l'oogone. Mundkur a observé le même phénomène chez le *Phytophthora himalayensis* à la sortie de l'oogone de l'anthéridie, car, chez ces deux espèces, les auteurs ont décrit l'ébauche oogoniale comme traversant l'anthéridie, de sorte que celle-ci encercle, à la façon d'un collier, le pédoncule de l'oogone.



Source : MNHN, Paris

Notre attention ne fut attirée, cependant, ni par la forme, ni par le nombre de noyaux dans l'oogone mais surtout par leur disposition et leur tendance à se grouper par deux. Nous avons suivi avec beaucoup d'intérêt cet appariement et remarqué qu'à un moment donné les deux noyaux de chaque couple se rapprochent de plus en plus, viennent en contact intime et finalement fusionnent. A un stade plus avancé, l'oogone est rempli de gros noyaux, deux fois plus gros que ceux qui se sont réunis.

Tous les auteurs ont signalé la taille élevée des noyaux de l'oogone, mais aucun d'eux n'a donné une explication de cet accroissement. Miss BLACKWELL a compté trente noyaux dans l'oogone du *Phytophthora cactorum*. L'auteur a constaté, après la formation de la cloison qui sépare l'oogone de l'hyphe-mère, que le nombre des noyaux était beaucoup plus réduit et qu'en même temps ils avaient augmenté de volume. Miss BLACKWELL pense qu'une partie des noyaux ont dégénéré et que les autres, les gros, se sont divisés simultanément. Elle signale ensuite la présence de deux ou trois douzaines de noyaux disposés par paires dans le périplasme, noyaux qui dégénèrent à leur tour, sauf un qui deviendra fonctionnel au moment de la fécondation.

MURPHY fut frappé aussi par la disposition par paires des noyaux allongés le long du grand axe de l'oogone, chez le *Phytophthora erythroseptica*.

Les Fig. 1 et 2, Pl. X; 5 et 19, Pl. XI; 1 et 2, Pl. XII, montrent divers stades de fusions nucléaires chez le *Basidiophora* et autres Péronosporacées. On voit des couples à côté des noyaux fusionnés, ailleurs, des noyaux aussitôt après la fusion et qui se caractérisent par leurs contours irréguliers et leur contenu indistinct (Fig. 6, Pl. XI et 14, Pl. XII).

Finalement ces noyaux de fusion s'éclaircissent, s'arrondissent et recouvrent leur structure ordinaire; un réseau porteur de chromocentres et un nucléole net. Parfois, à côté de ces gros noyaux, on en voit d'autres qui, n'ayant pas trouvé de partenaires, dégénèrent. Leur chromatine est ramassée en un granule dense peu structuré et entouré d'une auréole incolore (Fig. 5, Pl. X; 3, 7 et 14, Pl. XI).

Le nombre et la taille des noyaux diploïdes dans l'oogone varie. Chez le *Basidiophora*, nous avons compté de sept à vingt-quatre noyaux de 3,5 μ de diamètre; chez le *Sclerospora graminicola* cinq à huit noyaux de 4,5 μ, chez les *Peronospora* et les *Cystopus* de cinq à trente noyaux dont la taille varie de 2,5 μ à 3,5 μ, chez

Source : MNHN, Paris

*Plasmopara pygmaea* onze à treize de 3,5 μ, et chez *Trachysphaera* quatorze à seize noyaux diploïdes.

Le réseau de chromatine est plus ou moins serré et les chromocentres de dimensions diverses se rapprochent en nombre de celui des chromosomes.

Après la fusion nucléaire il ne s'intercale pas un long temps de repos; les noyaux entrent en division et celle-ci rappelle nettement celle observée pour le noyau diploïde de l'asque et de la baside. La méthode de Feulgen nous a permis de suivre les diverses phases et de dénombrer, à la fin de la prophase, les chromosomes doubles de tailles diverses. La membrane nucléaire disparaît à la fin de ce stade. Les anaphases sont irrégulières et montrent des gemini entiers, non encore disjoints, et d'autres, déjà séparés et se dirigeant vers les pôles. Dans les télophases complètes, on trouve le même nombre de chromosomes, mais leur taille est réduite de moitié. Après une courte interphase les noyaux-fils se divisent à leur tour simultanément. De très belles images de cette seconde mitose nous ont été fournies par le *Basidiophora*, les *Peronospora fulva* et *P. Tanaceti*. Les chromosomes ont le même aspect, la même taille et sont en même nombre que dans les divisions végétatives rencontrées dans les articles mycéliens de ces espèces (Fig. 6, 7, 8, 40 et 41, Pl. X; 2, 8, 15, 16, 20 et 21, Pl. XI; 4, 7 et 20, Pl. XII).

Nous avons compté dix chromosomes chez le *Sclerospora graminicola*, huit chez le *Basidiophora*, les *Peronospora* (*P. media*, *P. Tanaceti*, *P. fulva*, *P. Ficariae*, *P. Viciae*, *P. leptosperma*) et dans les *Cystopus*, six, enfin, chez le *Plasmopara pygmaea*.

Dans toutes ces divisions, les fuseaux ne portent aucun granule ou centrosome aux pôles. D'ailleurs, presque tous les auteurs ont signalé l'absence de ces éléments. Tsang les a noté chez *Cystopus* et *Peronospora effusa*. Claussen et Mücke ont décrit des corps colorables aux pôles fusoriaux chez le *Plasmopara viticola*. Le nombre chromosomique ne correspond pas toujours à celui donné par les auteurs, mais nous n'insisterons pas sur ce point, d'une part, parce que les numérations de ces derniers sont approximatives et que, de l'autre, elles semblent plutôt confuses. On ne sait pas exactement si le nombre chromosomique se rapporte aux noyaux de l'oogone où ils sont considérés comme végétatifs, ou à ceux de l'oospore. En général, les descriptions sont relatives au noyau de fécondation de l'oospore et sont interprétées de la sorte pour justifier le phénomène de réduction

Source : MNHN, Paris

chromatique que les auteurs plaçaient à ce moment. Ainsi WAGER signale que, dans l'oospore du *Cystopus candidus*, le nombre de chromosomes semble considérable par rapport à celui des noyaux de l'oogone, mais l'auteur reconnaît n'avoir pu examiner en détail ces divisions en raison de la taille réduite des figures caryocinétiques. Dans la même espèce et chez *C. Tragopogonis*, TSANG a décrit, dans l'oospore, un gros fuseau portant vingt-quatre chromosomes et, douze seulement, dans l'anaphase de la deuxième division. Chez *C. Bliti* et *C. Portulacae*, le même auteur pense que le matériel chromatique, étant moins abondant dans la dernière mitose, une réduction chromatique pourrait avoir lieu à ce moment. ARENS, à propos de *Plasmopara viticola*, THIRUMALACHAR et ses collaborateurs, pour *Cystopus evolvuli* font la même supposition.

Une description originale a été donnée par BOSC dans des noyaux végétatifs chez le *Rhizotheca viticola* (*Plasmopara viticola*). L'auteur décrit, à la prophase des noyaux de l'oogone, un nucléole ou caryosome en haltère qui se partage en deux moitiés qui s'écartent et restent un certain temps reliées par un filament chromatique. Par contre, le noyau de fécondation montre une chromatine poussiéreuse éparse et cinq à sept chromosomes à la métaphase, en vue polaire. L'anaphase est représentée par deux calottes de chromatine réunies par le fuseau. Au stade de deux à seize noyaux, la chromatine se présente sous forme de tractus et de granules dans des noyaux aussi gros que celui de fécondation. A partir de seize noyaux la structure et les divisions rappellent, comme dans l'oogone, la promitose décrite autrefois chez le *Plasmodiophora Brassicae*.

Enfin une interprétation qui nous semble assez curieuse est celle de STEVENS et de TSANG concernant la position des noyaux métaphasiques dans la deuxième division des noyaux de l'oogone chez les *Cystopus Bliti* et *Peronospora effusa*. D'après ces auteurs, les fuseaux sont disposés de telle façon que l'un de leurs pôles se trouve dans l'ooplasme et l'autre dans le périplasme, de sorte que les noyaux-fils iront, moitié d'un côté, moitié de l'autre. Ceux du périplasme vont dégénérer lorsque les autres vont fusionner avec les noyaux de l'anthéridie. Il est à remarquer que les auteurs n'ont figuré en général, que des fuseaux intranucléaires, comme si les autres phases n'existaient pas.

Source : MNHN, Paris

## Ooplasme, périplasme, coenocentre.

Les noyaux accouplés, fusionnés ou en division, sont disséminés irrégulièrement dans la cavité de l'oogone. C'est au moment où s'effectue la deuxième division qu'apparaissent, en général, les premiers signes de séparation du cytoplasme en périplasme à l'extérieur et ooplasme à l'intérieur de l'oogone.

Cette séparation se réalise progressivement de sorte qu'on peut rencontrer des oogones dont la plupart des noyaux au repos ou en division se trouvent à la périphérie alors que, dans d'autres, des noyaux retardataires figurent encore dans l'ooplasme.

Nous sommes persuadée que la période de différenciation cytoplasmique, n'étant pas rigoureusement fixée et s'effectuant plus ou moins rapidement, est à l'origine des interprétations diverses de phénomènes nucléaires, alors qu'il s'agit de mécanismes analogues, tantôt dans l'oogone, tantôt dans l'ooplasme et très probablement dans l'oospore. Ajoutons à cela, les avis partagés des auteurs concernant ces divisions qu'ils plaçaient avant ou après le phénomène de zonation, ce qui dans beaucoup de cas a eu pour résultat une certaine confusion.

Lorsque la deuxième division est achevée, et que les noyaux-fils ont gagné la périphérie, deux noyaux seulement, parmi les autres, restent dans l'ooplasme et deviennent les noyaux de l'oospore. Eloignés d'abord l'un de l'autre, et présentant la même taille et la même structure que ceux du périplasme, ils se rapprochent de plus en plus, augmentent de volume pendant que leur chromatine s'efface peu à peu devenant d'un rose très pâle après la réaction nucléale de Feulgen.

Pendant que s'effectuent ces phénomènes, l'ooplasme, dense dans la région centrale, se creuse de vacuoles qui s'élargissent vers la périphérie et montrent des précipitations métachromatiques sous forme de globules de diverses tailles. Des mitochondries figurent également dans la région centrale et sur les trabécules cytoplasmiques. Une membrane mince limite déjà l'oospore à ce stade. C'est à ce moment que les auteurs ont décrit le coenocentre dont la structure et le rôle les ont fort préoccupés.

Ce corps ou corpuscule de nature mystérieuse, mal connue, au centre de l'ooplasme, ce « central body » de Wager, qui l'a décrit pour la première fois chez l'*Albugo candida*, se présente, selon les auteurs, sous la forme d'un globule fait d'une substance homogène sans aucune inclusion chez le *Peronospora parasitica*

Source : MNHN, Paris

ou d'un amas de granules coalescents chez l'*A. Bliti*, arrondi et volumineux chez *A. Tragopogonis*, de petite taille et à structure alvéolaire chez l'*A. Portulacae*, sous forme étoilée et riche en mitochondries chez le *Sclerospora graminicola*, mais inexistant chez le *S. macrospora* d'après Mc Donough, ou résultant seulement d'une accumulation cytoplasmique d'après Ruhland, Saffeulla et Thirumalachar, chez la même espèce.

Ce corps qui apparaît, selon les auteurs, avant ou après la zonation, avant ou après la fécondation, disparaissant aussitôt que l'anthéridie a déversé son contenu ou persistant pendant les divisions, etc., jouerait, d'après les savants américains, un rôle chimio-tactique important au moment de la fécondation, exerçant une sorte d'attraction sur le noyau ou pronucléus femelle et sur le tube fécondateur, contribuant au rapprochement des noyaux sexuels et facilitant leur rencontre.

Allain, dans le *Phytophthora cambivora*, décrit un noyau accroché par une extrémité au coenocentre. Stevens a représenté chez l'*Albugo* six ou sept noyaux allongés, étirés en direction du coenocentre jusqu'à l'atteindre, comme s'ils voulaient pénétrer dans cet élément. Chez l'*A. candida* cet auteur a figuré un noyau attaché à ce corps par un prolongement, un pseudopode, « pseudopodium-like extension ».

D'autres auteurs considèrent le coenocentre comme représentant une source de nutrition. Ainsi, chez l'*A. Bliti*, Tsang a signalé des fuseaux qui, attirés par cet élément, enfoncent leurs extrémités dans sa masse pour s'y fixer et y puiser leur nourriture. Dans d'autres espèces, plusieurs noyaux lui sont attachés mais finalement ils s'en détachent sauf un, le noyau sexuel, qui augmente de volume. Enfin, la possibilité d'accumulation de la substance nucléaire ou une autre de nature similaire a été également attribuée au coenocentre.

En réalité, toutes les descriptions qui ont été faites de ce corps se rapportent au cytoplasme dense qui entoure les deux noyaux de l'oospore, les granulations correspondent aux précipitations vacuolaires qui sont très petites dans cette région ou aux mitochondries. Rappelons à ce propos l'observation de Stevens, selon laquelle les granules passent du coenocentre dans le reste de l'ooplasme, ce qui a trait, en somme, à la présence de mitochondries dans la région centrale et dans les trabécules cytoplasmiques de l'ooplasme, comme nous venons de l'indiquer. Quant aux noyaux et aux fuseaux attachés au coenocentre, il ne

Source : MNHN, Paris

s'agit, pensons-nous, que d'éléments nucléaires en retard dans leur déplacement, vers le périplasme.

D'après certains auteurs, le périplasme contribuerait à la formation de la membrane de l'oogone qui s'épaissit, d'après BERLESE, aux dépens des noyaux. D'autres ont pensé à une intervention du périplasme dans la constitution de l'épispore et de ses protubérances. Pour P.-A. DANGEARD, ce rôle est très problématique. Par contre, tous les chercheurs ont admis la dégénérescence des noyaux du périplasme. Chez le *Phytophthora himalayensis*, MUNDKUR note que les noyaux deviennent de plus en plus petits à mesure qu'ils se dirigent vers la membrane de l'oogone, puis on les perd de vue. Tous ces noyaux ne dégénèrent pas en même temps écrit l'auteur, quelques-uns persistent, augmentent de taille et se divisent. Les noyaux qui en résultent, sauf un, le noyau fonctionnel, sont à leur tour résorbés par le cytoplasme périphérique.

Chez le *P. cactorum*, Miss BLACKWELL représente des noyaux dégénérés sous forme de nodules ou de taches noires. Chez les Péronosporacées de même, tous les auteurs, sans exception, se répètent en signalant la dégénérescence et la disparition des noyaux du périplasme. Or, nous avons remarqué, dans toutes nos préparations, que ces noyaux non seulement ne montrent aucun signe de dégénérescence, mais qu'ils conservent au contraire, leur aspect et leur structure pendant très longtemps. On les voit isolés ou groupés dans une couche de cytoplasme, entre la paroi de l'oogone et celle de l'oospore, et dans les trabécules cytoplasmiques. Dans les préparations traitées par la méthode de Feulgen, on est même frappé par leur belle coloration rose-violacée qui contraste avec celle des deux noyaux de l'oospore, où toute trace de chromatine semble avoir disparu et qui paraissent être au repos complet (Fig. 9 et 10 Pl. X; 4 Pl. XI; 3 et 15 Pl. XII).

Les noyaux du périplasme issus de la division des noyaux de fusion qui, de ce fait, ont subi un rajeunissement caryogamique, persistent souvent même lors de la germination de l'oospore, lorsque celle-ci a lieu, et cela arrive souvent, dans la même saison.

Le sort de ces noyaux, en général, est lié à celui des autres noyaux du mycélium. Ils persisteront ou disparaîtront ensemble. Dans les oogone âgés, et dans les feuilles flétries, ils sont aplatis entre la membrane de l'oogone qui s'affaisse et celle de l'oospore.

Source : MNHN, Paris

Nous ne pensons pas que ces noyaux jouent un rôle dans la formation des membranes et nous nous rangeons plutôt parmi ceux qui attribuent au périplasme un certain rôle dans le maintien de l'équilibre nutritif de l'oospore.

## Oospores.

D'après les publications antérieures, un des deux noyaux de l'oospore représente le noyau de l'ooplasme, ou noyau femelle, et l'autre le noyau mâle, apporté par l'anthéridie à travers le canal de copulation. Ces deux noyaux de sexes différents fusionnent pour donner le noyau de fécondation. Cette fusion n'a pas été vue mais plutôt supposée, son existence à ce moment et à ce lieu répondant, selon les auteurs, à la logique.

Cependant, ceux-ci ne sont pas toujours d'accord pour préciser ce moment de sorte que, pour certains, la fusion nucléaire est tardive et la spore au repos binucléée, pour d'autres, au contraire, la fusion, précoce, s'effectue très rapidement et est suivie aussitôt dans l'oospore uninucléée par des divisions, de telle sorte que la spore mûre contient un grand nombre de noyaux. Ainsi, d'après Stevens, le noyau de fécondation, chez l'*A. Tragopogonis*, se divise avant l'accumulation de substances de réserve et ses divisions se succédant, les noyaux diminuent de volume jusqu'à atteindre la taille des noyaux du mycélium. Miss Blackwell place l'accomplissement des deux divisions nucléaires avant que les substances de réserve soient digérées, les divisions ultérieures s'effectuant avant la formation du tube germinatif.

Mc Donough n'a pas vu les divisions nucléaires dans l'oospore du *Sclerospora macrospora*, mais, en raison du nombre élevé de noyaux, conclut que l'oospore au repos est multinucléée. Ces noyaux sont situés à la périphérie, la partie médiane étant occupée par un corps central plus ou moins homogène, constitué de substances de réserve.

Thirumalachar, Whitehead et Boyle ont compté huit à seize noyaux dans l'oospore du *Cystopus evolvuli*. Wager a trouvé trente-deux noyaux situés autour d'une masse oléagineuse centrale dans l'oospore des *C. candidus* et *Plasmopara densa*. Pour cet auteur, chaque noyau, avec le cytoplasme qui l'entoure, doit être considéré comme celui d'une cellule-mère qui va donner quatre zoospores. Ce même nombre de noyaux a été signalé par Berlese dans l'oospore mûre de l'*Albugo Portulacae*, des *Pero-*

Source : MNHN, Paris

*nospora parasitica* et *P. Ficariae*. Ces noyaux proviennent des cinq divisions du noyau embryonnaire, divisions qui se succèdent jusqu'à la maturation de l'oospore et pendant lesquelles a lieu la réduction chromatique. Chez l'*Albugo Bliti* l'oospore contient, d'après STEVENS, une centaine de couples (compound oosphere), jusqu'à la germination.

P.-A. DANGEARD, chez le *Cystopus candidus*, et RUHLAND chez le *C. Lepigoni* signalent également un grand nombre de noyaux dans l'oospore au moment de la germination.

D'après ARENS, la fusion nucléaire est très retardée et les oospores hivernent soit avec un seul couple de noyaux, soit à l'état multinucléé. Dans *Plasmopara viticola* l'auteur a rencontré des noyaux par paires et pense que les divisions de ces derniers doivent se dérouler très rapidement, comme chez les Ascomycètes, mais les noyaux ne sont pas séparés et se touchent presque. Ce stade de fusion retardée dure jusqu'au printemps, époque à laquelle, si l'on veut, on peut la déclencher expérimentalement. Cet auteur signale, en outre, que les divisions sont simultanées jusqu'au stade de seize noyaux qui conservent la même taille, ensuite ces derniers ne se divisent plus en même temps de sorte que la différence de taille devient très marquée. ARENS n'a pu suivre les détails de la division ni étudier la structure des noyaux qui sont fortement chromatiques et aussi en raison de la quantité d'inclusions cytoplasmiques. Il n'a pu déceler parfois que les nucléoles ou quelques petits corps décrits par WAGER dans le *Peronospora parasitica*. Enfin, d'autres auteurs admettent un état uninucléé pour l'oospore au repos. Selon MURPHY le noyau unique de l'oospore du *Phytophthora erythroseptica* provient de la fusion d'un petit noyau mâle avec un noyau femelle plus gros. Cet auteur n'a vu aucune division, les images étant trop petites et l'accumulation abondante de globules huileux rendant l'observation difficile.

MUNDKUR signale à son tour, dans l'oospore du *Phytophthora himalayensis*, un noyau mâle arrondi et un noyau femelle de forme elliptique. Lorsque ces deux noyaux se placent côte à côte au moment de la fusion, cet auteur a observé un écoulement de matériel nucléaire mâle à l'intérieur du noyau femelle beaucoup plus gros. Il est inutile d'insister sur cette curieuse observation.

L'inégalité de taille des deux noyaux de l'oospore a été signalée aussi par RUHLAND chez les *Peronospora densa*, *P. Alsinearum*



Source : MNHN, Paris

et *Cystopus Lepigoni* et par TSANG chez le *P. effusa*. D'après ce dernier, les deux noyaux se colorent différemment par la triple coloration de FLEMMING, le noyau mâle plus petit, en rouge, le noyau femelle plus gros, en bleu, mais cette différence est éphémère, car les deux noyaux grossissent ensuite pour atteindre deux ou trois fois la taille qu'ils ont à l'origine.

Enfin, GREGORY voit un noyau unique accompagné d'un coenocentre et de plusieurs autres petits noyaux en désintégration autour d'une vacuole, au centre de l'oospore, chez le *Plasmopara viticola*.

Dans toutes les espèces que nous avons étudiées, les deux noyaux de l'oospore, de même taille et de même structure, situés parfois à quelque distance l'un de l'autre, dans un cytoplasme creusé de vacuoles, se rapprochent et se portent finalement vers le centre où ils demeurent jusqu'à la germination. Il arrive souvent que l'un des noyaux soit totalement ou en partie masqué par l'autre, ce qui probablement a pu conduire à des erreurs dans l'estimation de la taille et même du nombre de ces noyaux.

La notion du noyau unique est due, selon P.-A. DANGEARD, au fait que cet élément a été pris pour un globule oléagineux qui figure au centre de la cellule. Récemment encore, Miss BLACKWELL, qui a provoqué la fusion nucléaire au bout d'un mois, à une basse température: — 5°, dans ses cultures de *Phytophthora cactorum*, a signalé que le noyau de fécondation se trouve dans une zone claire formant avec celle-ci, un corps se colorant fortement par l'acide osmique. Selon l'auteur, l'huile serait donc étroitement associée au noyau en un corps pouvant se diviser comme un plaste.

Dans un grand nombre de Péronosporacées, les deux noyaux, pauvres en chromatine, sont parfois accompagnés d'un élément ayant l'aspect d'une tache plus foncée que le cytoplasme et qui représente, très probablement, une substance de réserve nucléaire, comme nous l'avons déjà constaté dans les cystospores du *Synchytrium endobioticum*, mais, chez les Péronosporacées, cette substance est en bien plus faible quantité (Fig. 11 à 17 Pl. X).

Autour de ces noyaux, le cytoplasme s'enrichit de substances de réserve qui se présentent sous forme de globules de diverses tailles, tandis qu'une membrane épaisse se constitue à la périphérie. Sous cette forme le parasite passe par un état de repos plus ou moins long et peut se maintenir d'une saison à l'autre. D'après Miss BLACKWELL l'oospore a besoin d'une longue période

Source : MNHN, Paris

de repos comparable à la post-maturation des graines. Pour cet auteur, l'oospore est un élément indépendant qui mûrit en son temps, jamais le même pour toutes, fusionne ses noyaux et germe à un moment qui lui est propre, les conditions externes ayant un effet différent sur chaque spore. Après un début de germination, manifesté par le percement de l'endospore, une deuxième période de repos peut suivre et les oospores restent ainsi des mois encore attendant qu'une baguette magique, « magic touch », déclenche l'émission du tube de germination.

Chez les Péronosporacées examinées, notamment chez les *Basidiophora, Peronospora Viciae* et *Plasmopara pygmaea,* les globules oléagineux qui remplissent la cavité de l'oospore peuvent confluer parfois en une sphère assez volumineuse. Nous avons coloré ces globules par le noir Soudan, et l'acide osmique leur fait prendre une teinte brun foncé. Souvent ces corps vacuolaires montrent un aspect homogène, mais lorsque la concentration augmente, le contenu de nature lipo-protéique, très probablement, précipite sur les bords ou à leur intérieur. Ces précipitations sont colorées en noir par l'hématoxyline et en violet foncé par le violet de gentiane.

Disons de suite, que ces formations qui représentent des substances de réserve, ne figurent plus au moment de la germination, ces dernières étant digérées pendant la maturation de l'oospore.

Ruhland a signalé dans l'oospore du *Plasmopara densa* des corps arrondis, réfringents, de diverses dimensions, colorables par l'acide osmique mais ne disparaissant pas sous l'action du xylol, de l'éther, ou de la benzine. Il ne croit pas qu'il s'agisse de protéines car il n'a pas obtenu la réaction typique de ces substances.

Magnus a mis en évidence des masses de glycogène dans l'oospore écrasée du *Peronospora jaapiana.* Pour Arens, ces corps comportent des graisses et du glycogène enrobés dans un stroma inconnu qui disparaît avant la germination. Cet auteur a observé aussi que la membrane de l'oospore diminue d'épaisseur par suite d'une modification chimique, jusqu'à devenir une fine pellicule. Cette membrane se comporterait comme un matériel de réserve qui se dissout au moment de la germination.

Pour d'autres auteurs il ne s'agirait que de corps gras; de même que la masse ou le globule central, ou oil body, ou oilsphere. Dangeard a signalé ce globule oléagineux, formé par une substance homogène, se colorant à peine par l'hématoxyline. Stevens

Source : MNHN, Paris

considère ces corps ou vésicules comme des éléments qui ont perdu leur contenu gras au cours de la fixation et de l'inclusion.

Mc DONOUGH, qui a fait de nombreux essais micro-chimiques pour identifier le large globule, affirme qu'il s'agit d'une accumulation de substances d'origine protéique, protein ou carbohydrate protein complex. Chez le *Sclerospora graminicola* le même auteur signale des corps vacuolaires, les gelben Körner de LEWITSKY, qui se trouvent dans une sphère centrale, réfringente et ont l'apparence de cristaux. Ces corps sont digérés pendant le stade de germination. Enfin, TSANG a décrit chez l'*Albugo Bliti* et *Peronospora effusa*, des globules brillants et réfringents contenant des cristaux.

## GERMINATION.

La plupart des auteurs n'ont pas observé la germination de l'oospore et ne peuvent affirmer ni dans quelles conditions ni à quelle période elle a lieu.

D'après certains, la germination ne se réalise que longtemps après la formation de l'oospore et se traduit soit par la production d'un tube germinatif, soit par celle d'une vésicule multinucléée, entourée d'une membrane mince et hyaline. ERIKSSON, par contre, a observé que, chez le *Peronospora Spinaciae*, les spores germent aussitôt constituées, de sorte que ces éléments ne doivent pas toujours être considérés comme spores de repos ayant la mission d'assurer la persistance de l'espèce d'une année à l'autre. Lorsqu'elles germent, ces spores donnent naissance à une nouvelle végétation parasitaire représentée par deux ou trois rameaux minces qui sortent par les stomates et produisent une spore aérienne ovoïde dont le contenu se différencie en zoospores.

La germination de l'oospore semble difficile à obtenir. PERSON et LUCAS ont fait de très nombreux essais pour faire germer les oospores du *Peronospora tabacina*. Sur deux cent mille spores environ, deux cents seulement ont donné un sporange, ou vésicule, qui s'est différencié en zoospores après avoir été placé dans une goutte d'eau.

WOLF, RUTH, Mc DEAN et DIXON, à leur tour, ont soumis une grande quantité de feuilles de tabac infectées d'oospores, pendant six mois, alternativement au chaud et au froid. Une seule oospore a émis un tube germinatif.

Au moment de la germination de l'oospore d'*Albugo Bliti*, TSANG a observé que l'eau est résorbée, les gouttelettes d'huile

Source : MNHN, Paris

disparaissent, le cytoplasme devient homogène et se fragmente. Dans chaque segment pénètre un noyau. L'auteur a compté une centaine de noyaux qui sont devenus autant de zoospores. Ces dernières ont été libérées par suite de la liquéfaction des membranes.

Chez le *Phytophthora cactorum*, Miss BLACKWELL a observé que le tube germinatif perce la membrane, parfois il butte contre et ne pouvant la traverser, s'incurve le long d'elle sans la percer. Si ce tube n'a pas une croissance vigoureuse, il s'en forme d'autres, précise l'auteur.

Nous avons remarqué dans plusieurs espèces, *Basidiophora*, *Plasmopara*, *Sclerospora*, *Peronospora Viciae*, *P. Tanaceti*, *P. fulva*, *P. media*, à côté d'oospores à l'état de repos, d'autres qui ont germé. Après la dissolution de leur membrane, dont les traces subsistent encore, nous avons vu une masse de cytoplasme remplie de noyaux. Ces derniers proviennent de la division simultanée de deux noyaux de l'oospore. Nous avons rencontré très rarement quelques divisions à ce stade (Fig. 18 et 19, Pl. X) car ces divisions ordinaires s'effectuent très rapidement, comme celles qui ont lieu dans les articles mycéliens au moment de la formation des conidies, ou dans les jeunes ramifications du thalle et aussi comme celles qui se déroulent dans le mycélium des champignons supérieurs.

Si les premières divisions du noyau de l'oospore sont simultanées, les mitoses ultérieures ne se réalisent pas en même temps pour tous les noyaux, la simultanéité n'affectant que les noyaux-fils issus d'une division, les autres divisions sont plus tardives ou précoces, ce qui explique la différence de taille des noyaux dans la cavité de la vésicule, fait déjà constaté par d'autres auteurs. Un exemple typique nous a été fourni par le *Basidiophora* où nous avons rencontré quatre dimensions différentes de noyaux dans l'article issu de l'oospore (Fig. 25 Pl. X).

La vésicule arrondie, sessile, multinucléée ne tarde pas à changer de forme, à s'allonger et prendre bientôt l'aspect d'un article, d'un filament qui pénètre entre les cellules de l'hôte, se ramifie, infectant ainsi des régions saines. Lorsque la membrane de l'oospore n'est pas complètement dissoute on peut voir ces jeunes noyaux de petite taille, et très chromatiques, dans les alvéoles polyédriques de la membrane réticulaire (Fig. 20 et 21, Pl. X; 17, Pl. XI). Parfois, on rencontre des oospores écrasées dont le contenu s'échappe en une masse globuleuse plurinucléée

Source : MNHN, Paris

(Fig. 26, Pl. X; 9, Pl. XII) ou plusieurs masses adhérant à la même oospore (Fig. 22, Pl. X; 18, Pl. XI; 10, Pl. XII). Ces masses cheminent ensuite entre les méats, acquièrent un état mycélien, se dirigent vers la surface de l'organe parasité, sortent par les stomates et peuvent donner un mycélium aérien avec des conidies. D'après les auteurs, il se forme parfois des sporanges qui se différencient en zoospores comme les conidies, lorsque les conditions sont favorables : brouillard, rosée, pluie.

WAGER, chez le *Cystopus candidus*, a décrit le partage du cytoplasme devenu granuleux de la conidie gonflée, au contact de l'eau, en cinq à huit portions polyédriques, présentant chacune au centre une vacuole et un cil attaché à celle-ci. Dans la même espèce, BURGEN a observé, après une ou deux heures de séjour des conidies dans l'eau, la formation des vacuoles et, entre celles-ci, de granules qui contribueraient à la formation de la membrane cellulaire de chaque zoospore. Nous pensons qu'il s'agit des mitochondries qui sont très abondantes dans cette espèce et disposées régulièrement autour de chaque noyau. Nous ne pensons pas que celles-ci jouent le rôle que l'auteur leur attribue.

PRILLIEUX a compté, dans le *Plasmopara viticola*, de six à huit corps ou zoospores par conidie. Ces éléments nagent vite en tourbillonnant durant à peu près une demi-heure, puis ils se fixent, deviennent immobiles et germent en un tube capable de percer l'épiderme et de pénétrer dans le tissu de la feuille. Mais lorsqu'il n'y a pas d'humidité et que l'air est sec, les conidies perdent leur faculté germinative et ne donnent ni zoospores, ni filaments et ne peuvent perpétuer le parasite d'une année sur l'autre comme le font les oospores qui s'organisent à l'intérieur des tissus.

MILLASSEAU, qui plaçait les conidies du *Pseudoperonospora Humuli* dans l'eau, n'a jamais observé une différenciation nette de la totalité des corps à l'intérieur de la spore. Il a trouvé sept zoospores capables de nager parfois pendant cinq heures. Chaque zoospore germe à 'intérieur de la conidie en un petit tube simple. L'auteur n'a pu examiner plus avant l'évolution de ce tube, sinon constater la sortie de celui-ci à travers l'ostiole de la conidie.

THIRUMALACHAR et WHITHEAD ont observé, dans le *Sclerospora Butleri*, la formation des zoospores sous le microscope. Au contact de l'eau, le contenu de la conidie, sous forme d'une sphère compacte, se partage en quatre ou huit éléments mobiles. Chez le *Phytophthora cactorum*, Miss BLACKWELL a compté trente noyaux disposés uniformément dans un cytoplasme finement vacuolisé

Source : MNHN, Paris

qui se divise rapidement en fragments uninucléés capables de se mouvoir dans le liquide qui se trouve entre eux et peuvent même germer à l'intérieur de la conidie. Ils nagent environ une demi-heure, ensuite ils s'arrondissent, se condensent et se fixent. Ces éléments peuvent donner un tube de germination. Lorsque le sporange ne donne pas de zoospores, il émet un tube multinucléé dès le début. Ce sont les noyaux de la conidie qui passent à l'intérieur de ce tube.

Nos observations sur les conidies ont été arrêtées avant la naissance des zoospores qui ne se forment que rarement et au contact de l'eau, de sorte que nous ne pouvons apporter de contribution à l'étude de ces formations. Nous ne pensons pas cependant que ces éléments uninucléés en germant puissent constituer un mycélium développé dans le tissu de l'hôte. Pour beaucoup d'auteurs, les zoospores ne germent même pas, ou quand le petit tube est émis, il n'est pas longtemps viable. Person et Lucas, au cours de leurs nombreuses expériences n'ont pu obtenir de conidiophores et de conidies qu'en inoculant, dans les plantules de tabac, une goutte d'eau renfermant le contenu entier du sporange.

## Résumé.

Chez le *Basidiophora entospora*, comme chez les autres Péronosporacées examinées dans le présent Mémoire, la reproduction sexuelle est représentée par la fusion des noyaux disposés par paires dans le jeune oogone. Les noyaux qui fusionnent proviennent du mycélium qui se renfle à son extrémité et se sépare de l'hyphe-mère par une cloison.

L'appariement des noyaux est souvent révélé au cours de l'évolution des champignons, aussi bien dans le mycélium que dans les conidies. Tandis que chez les champignons supérieurs, Ascomycètes et Basidiomycètes, le thalle est cloisonné en articles binucléés, chez les Péronosporacées, où le mycélium est constitué de filaments plurinucléés, les deux noyaux, dans chaque couple, sont plus ou moins rapprochés, parfois même assez éloignés les uns des autres.

Les noyaux de fusion, après un court état de repos, subissent deux divisions simultanées et successives. La première division est une méiose qui rappelle la division du noyau de l'asque et de la baside.

Source : MNHN, Paris

La structure des noyaux se réduit partout à un réseau de chromatine, à mailles plus ou moins serrées, portant des chromocentres de diverses tailles et dont le nombre se rapproche de celui des chromosomes de l'espèce. Ce nombre varie de six à dix. Durant la méiose, la taille des chromosomes est deux fois plus élevée que dans les autres divisions, car il s'agit de bivalents. A l'anaphase, la disjonction des gemini et l'ascension des chromosomes vers les pôles est irrégulière. Les fuseaux ne portent aucun granule ou centrosome à leurs extrémités.

Après les deux divisions, les noyaux-fils sont refoulés à la périphérie, dans le périplasme, sauf deux qui restent au centre de l'oogone, dans l'ooplasme. Ce sont les noyaux de la future oospore. La différenciation du cytoplasme est d'ailleurs le prélude de la formation de la spore. Cette dernière, au fur et à mesure qu'elle accumule des substances de réserve, s'entoure d'une membrane épaisse, l'épispore, lisse ou présentant des ornementations verruqueuses, réticulées, etc. Sous cette forme, l'oospore, qui est une cellule végétative, passe à l'état de repos, pour un temps plus ou moins long.

Aucun rapport n'existe entre l'anthéridie et l'oogone. L'anthéridie décrite par les auteurs ne représente qu'un article mycélien de la base de l'oogone, l'extrémité d'une ramification du même filament ou d'un filament voisin. Aucune communication ne s'établit entre ces cellules et l'oogone, il n'existe pas de canal de fécondation.

Lorsque les conditions sont favorables, souvent au cours de la même saison, l'oospore germe en donnant une vésicule plurinucléée entourée d'une membrane mince et hyaline qui ne tarde pas à s'allonger, à acquérir un état mycélien, à se ramifier et à pénétrer entre les cellules de l'hôte infectant ainsi des régions saines.

Ce nouveau mycélium peut émerger à la surface de l'organe et donner des conidiophores et des conidies.

Les deux noyaux de l'oospore représentent la souche de tous les noyaux du futur mycélium et des conidies. Ces deux noyaux se divisent par mitoses ordinaires qui s'effectuent très rapidement, comme celles qui ont lieu dans les jeunes rameaux, dans les articles rassemblés sous l'épiderme dans la chambre sous-stomatique, au moment de la formation des conidiophores, et aussi comme celles des noyaux du mycélium des champignons supérieurs.

Source : MNHN, Paris

L'origine des futurs noyaux copulateurs est différente car ils dérivent d'une cellule, l'oospore, qui possède deux noyaux dès le début. De la germination jusqu'à la fusion, il se passe un certain temps de sorte que cette origine différente est de plus très éloignée.

L'oogone avec les noyaux de fusion représente la phase diploïde qui est aussi courte que celle représentée par le noyau de fusion de l'asque et de la baside.

La réduction chromatique, qui s'opère au moment de la première division du noyau de fécondation, réalise le passage du stade diploïde au stade haploïde, de sorte que tout le développement ultérieur, mycélium et conidies, se déroule à l'état haploïde, comme chez les autres champignons.

Le champignon n'est à aucun moment uninucléé, partout et toujours il se montre multinucléé. Les zoospores, seuls éléments à un noyau et qui manquent dans nombre de Péronosporacées, ne se forment qu'exclusivement au contact de l'eau. Elles ne jouent aucun rôle, ne se fusionnent pas et leur existence éphémère n'a pas de suite dans la vie du parasite. Selon les remarquables travaux de P.-A. Dangeard sur l'évolution de la sexualité chez les Champignons, la naissance des zoospores ne représente qu'un stade passager, temporaire, un rappel ancestral changé par l'adaptation progressive de l'espèce aquatique à la vie aérienne. En quittant le milieu aquatique pour devenir terrestres, ces éléments ont perdu leur mobilité; leurs cils, qui leur servaient à se mouvoir dans l'eau, sont devenus inutiles et leur dissémination a été remplacée par les conidies.

*Travail réalisé au Laboratoire*
*de Biologie végétale de la Sorbonne. Paris.*

## BIBLIOGRAPHIE

Allain (A.). — Cytologie de l'œuf de *Phytophthora cambivora*. *C.R. Soc. Biol.*, 117, 1934.

Angell (H. R.). — Oospore like bodies of *Phytophthora infestans*. *Repl. Quebec Soc., Protect. Plants.*, 17, 1925.

Appel (O.). — Beiträge zur Kenntniss der Kartoffelpflanze und ihrer Krankherten. *Arb. a. d. Kais. Biol. Anst. f. Land u. Forstwirtchaft*, Bd. 5, 1907.

Arens (K.). — Untersuchungen über Keimung und Zytologie der Oosporen von *Plasmopara viticola* (Berl. et de Toni). *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 70, 1929.

Source : MNHN, Paris

— Physiologische Untersuchungen an *Plasmopara viticola*, unter besonderer Berücksichtigung der Infektionsbedingungen, *Ibid.*

ARMSTRONG (G. M.) et SUMNER (C. B.). — Investigations on downy mildew of tobacco South Carolina, *Agr. Exp. Sta. Bull.*, 303, 1935.

ARNAUD (G.). — Le mildiou des Lilas et la maladie des Cotylédons d'Erable. *Bull. Soc. Path. vég.*, 5, 1918.

ARNAUD (G.) et ARNAUD (M.). — Traité de Pathologie végétale. Encycl. Mycol., III, *Lechevalier édit.*, Paris, 1931.

ARKER (H.). — Die *Peronospora* des Hopfens. *Ber. a. d. Württ. Landanstr. f. Pflanzenschutz in Hohenheim*, 1928.

ASHBY (S. F.). — The oospores of *Phytophthora nicotianae* with notes on the taxonomy Br. de Hadn of *P. parasitica* Dastur., *Trans. Brit. mycol. Soc.*, 13, 1928.

— Further note on the production of sexual organs in paired cultures of species and strains of *Phytophthora*. *Ibid.*, 14, 1929.

— Strains and Taxonomy of *Phytophthora palmivora* Butl. (*P. faberi* Maubl.). *Ibid.*

BARRET (J. T.). — Induced oospore production in the genus *Phytophthora*. *Abs. in Phytopathology*, 38, 1948.

BARY (A. DE). — Recherches sur le développement de quelques champignons parasites. *Ann. Sc. nat. Bot.*, 20, 4^e sér., 1863.

— Researches into the nature of the potato fungus *Phytophthora infestans*. *Jour. Bot., n. ser.*, 5, 1876.

— Zur Kenntnise der Peronosporeen. *Bot. Zeitg.*, 39, 1881.

BERKELEY (M. J.). — Observation botanical and physiological on the potato murrain. *Journ. Hort. Soc.*, 1, 1883.

BERLESE (A. N.). — Ueber die Befruchtung und Entwickelung der Oosphäre bei den Peronosporeen. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 31, 1898.

BLACKWELL (E. M.). — Germination of resting fungal spores. *Nature*, 135, 1935.

— The life-history of *Phytophthora Cactorum* (Leb. et Cohn.) Schroet. *Trans. Brit. Myc. Soc.*, 26, 1943.

— On germinating the oospores of *Phytophthora Cactorum*. *Ibid.*

BLACKWELL (E. M.) and WATERHOUSE (G. M.). — Spores and spore germination in the genus *Phytophthora*. *Ibid.*, 15, 1931.

BOSC (M.). — Cytologie des zoospores de *Plasmopara viticola* Berl. et de Toni. *C.R. Acad. Sc.*, 220, 1945.

— Sur la structure des noyaux et la méiose de *Plasmopara viticola* Berl. et de Toni. *Ibid.*, 223, 1946.

BÜSGEN (M.). — Die Entwicklung der Phycomyceten sporangien. *Jahf. of wiss. Bot.*, 13, 1882.

CHADEFAUD (M.). — Biologie des champignons. *Gallimard édit.*, Paris, 1944.

Source : MNHN, Paris

CHMIELEWSKY (M.). — Zur Frage über die Copulation der Kerne beim Geschlechts-process der Pilze. *Arbeit. d. n. Natur Gesellsch.*, 13, 1888.

COOPER (D.). — Paragynous antheridia of *Phytophthora* sp., *Phytopath.*, 18, 1928.

COOPER (D.) and PORTER (C. L.). — *Phytophthora* blight of peony. *Ibid.*

CORNU (M.). — Le Mildiou, *Peronospora* des Vignes (*P. viticola* Berk. et Curtis). *C. R. Ac. Sc.*, 99, 1880.

COTNER (F. B.). — The development of the zoospores in the Oomycetes at optimum temperatures and the cytology of their active stages. *Amer. J. Bot.*, 17, 1930.

COUCH (J. N.). — The structure and action of the cilia in some a aquatic Phycomycetes. *Amer. J. Bot.*, 28, 1941.

DAMLE (U. P.). — A new species of *Cystopus* on *Evolvulus alsinoides* L.. *Journ. Ind. Bot. Soc.*, 22, 1943.

— The cytology of *Cystopus platensis* Speg. and its bearing on the identity and phylogeny of the species. *Ibid.*

DANGEARD (P. A.). — Recherches histologiques sur les champignons. *Le Botaniste*, 2e sér., 1890.

— Recherches sur la reproduction sexuelle des champignons. *Ibid.*, 3e sér., 1892.

— La reproduction sexuelle des champignons. *Ibid.*, 7e sér., 1900.

— Note sur la structure du sporange chez *Cystopus Tragopogonis* Pers., *Ibid.*

— Considérations sur la reproduction sexuelle des champignons supérieurs. *Ibid.*, sér. 9, 1903.

DANGEARD (P.-A.) et TSANG (Kin Chou). — Recherches sur les formations cellulaires contenues dans le cytoplasme des Péronosporacées. *C. R. Ac. Sc.*, 182, 1926.

DASTUR (J. F.). — On *Phytophthora parasitica sp. nov.*, a new disease of the castor oil plant. *Men. Dept. Agr. India*, 5, 1913.

DAVIS (B. M.). — The fertilization of *Albugo candida*. *Bot. Gaz.*, 29, 1900.

DISSMAN (E.). — Vergleichende Studien zur Biologie und Systematik zweier *Pythium*. Arten. *Arch. of Protistenk.*, 60, 1927.

DRECHSLER (C.). — Producteur of zoospores from germinating oospores of *Pythium ultimum* and *P. Debaryanum*. *Bull. Torrey Bot. Club*, U.S.A., 79, 1952.

— Production of zoospores from germinating oospores of *Pythium mamillatum* Meurs., *Ibid.*, 83, 1956.

DUCOMET (V.). — Le Mildiou du Houblon. Maladie nouvelle pour la France. *Bull. Path. vég. et Ent. Agr.*, 12, 1925.

ERIKSSON (J.). — Sur la réapparition du mildiou (*Phytophthora infestans*) dans la végétation de la pomme de terre. *C. R. Ac. Sc.*, 163, 1916.

Source : MNHN, Paris

— Développement primaire du mildiou (*Phytophthora infestans*) au cours de la végétation de la pomme de terre. *Rev. Gén. Bot.*, 29, 1917.

FITZPATRICK (H. M.). — The Laver Fungi : Phycomycetes. *M. C. Graw-Hill Book Co.*, New-York, 1930.

FISCH (K.). — Ueber das Verhalten der Zellkerne in fusionier enden Pilzzellen. *Tageblatt Versam. Deut. Natur und Aerzte*, 1885.

GADD (C. H.). — The swarming of zoospores of *Phytophthora Faberi*. *Ann. of Bot.*, 38, 1924.

GARBOWSKY (L.). — Keimungversuche mit Konidien von *Phytophthora infestans* De Bary. *Centrbl. f. Bakt.*, 36, 1913.

GÄUMANN (E.). — Ueber die Formen der *Peronospora parasitica* (Pers. Fr. Ein Beitrag zur Speziesfrage bei den parasitischen Pilzen. *Ber. bot. Centrbl.*, 35, 1917.

— Zur Kenntnis der Chenopodiaceen bewohnenden Peronospora arten. *Mitt. Naturf. Ges. Bern.*, 1918.

— Beiträge zur einer Monographie der Gattung *Peronospora* Corda. *Beitr. zur. Kryptogamenflora der Schweiz.*, 5, 1923.

— Vergleichende Morphologie der Pilze. 1 vol. *Jena*, 1926.

— Die Pilze, 1 vol. *Basel*, 1949.

— Pflanzliche Infektionslehre, 1 vol. *Basel*, 1951.

GODDANICH (G.). — Ricerche sulle. « Phytophthorae » del pomodoro. Le *Phytophthora parasitica* Dastur, sul pomodoro. *Boll. della R. Staz. di Path. veg.*, nov. sér., 16, 1936.

GOLDIE-SMITH (E. K.). — The sporangeal phase of *Pythium undulatum* *Journ. of Elisa Mitchell Sci. Soc.*, U.S.A., 68, 1952.

GREGORY (C. T.). — Spore germination and infection with *Plasmopara viticola*. *Phytopath.*, 2, 1912.

— Studies on *Plasmopara viticola*. *Ibid.*, 4, 1914.

GUILLIERMOND (A.), MANGENOT (G.) et PLANTEFOL (L.). — Traité de Cytologie végétale. *Le François édit.*, Paris, 1933.

HEIM (M^me P.). — Observations sur le noyau des Ascomycètes. *Rev. Myc.*, 17, 1952.

— Observations sur le noyau des Basidiomycètes. *Ibid.*, 19, 1954.

— Le noyau dans le cycle évolutif de *Plasmodiophora Brassicae* Woron. *Ibid.*, 20, 1955.

— Remarques sur le cycle évolutif du *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *C. R. Ac. Sc.*, 242, 1956.

— Remarques sur le développement, les divisions nucléaires et le cycle évolutif du *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Rev. de Myc.*, 21, 1956.

— Observations sur la reproduction sexuelle de *Basidiophora entospora* Roze et Cornu, parasite des feuilles d'*Erigeron canadensis* L., et d'autres Peronosporacées. *C. R. Ac. Sc.*, 246, 1958.

Source : MNHN, Paris

HIMMELBAUR (W.). — Zur Kenntniss der Phytophthoreen. *Jahrb. Hamburg wiss. Anstalt-*, 1910.

ISTVANFFI (Gy. von) und PALINKAS (Gy.). — Ueber die Rolle der Zellkerne bei der Entwickelung der Pilze. *Ber. der deutsch. bot. Gesell.*, 13, 1895.

— Infektionsversuche mit *Peronospora*. *Centrbl. f. Bakt.*, II Abt., 32, 1912.

KLEBAHN (H.). — Über die Myzel der *Peronospora pulveracea* Fack. *Zeitschr. f. Pflanzenkrank. u. Gallenkunde*, 35, 1925.

KORFF (G.) und ZATTLER (F.). — Die *Peronospora* Krankheit des Hopfens. *Arb. Bayer Landanst. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz*, 1928.

KREUTZER (W. A.), BODINE (E. W.) and DURELL (L. W.). — A sexual phenomenon exhibited by cartain isolates of *Phytophthora capsicii*. *Phytopath.*, 30, 1940.

KRUGER (F.). — Beitrag zur Kenntnis der Kernverhältnisse von *Albugo candida* und *Peronospora Ficariae*. *Centrbl. f. Bakt.*, 27, 1910.

KUHN (J.). — Ueber die Verbreitung der Kartoffelkrankheit im Boden. *Zeitsch. landw. Centr. Ver. Prod. Sachsen*, 27, 1870.

LAIBACH (F.). — Zytologische Untersuchungen über die Monoblepharidien. *Jahrb. wiss. Bot.*, 66, 1927.

LEWITSKY (G. A.). — Die Chondriosomen als Schretbildner bei den Pilzen. *Ber. d. deutsch. bot. Gesel.*, 31, 1913.

MAGNUS (P.). — Ueber die Membran der Oosporen von *Cystopus Tragopogonis*. *Ber. d. deutsch. bot. Gesell.*, 11, 1893.

MANGIN (L.). — Sur le mécanisme de la désarticulation des conidies chez les Péronosporacées. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 38, 1891.

— Recherches anatomiques sur les Peronosporées. *Bull. Soc. Hist. Nat. Autun*, 8, 1895.

MARTENS (P.). — Cycles de développement et phases cytologiques chez les Champignons. *Ac. R. Belg., Bull. Cl. Sci.*, 40, n° 12, 1954.

MASSEE (G.). — Perpetuation of « potato disease » and potato « leaf curl » by means of hybernating mycelium. *Roy. Bot. Gard. Kew Bull. Misc. Inf.*, 1906.

MC DONOUGH (E. S.). — The nuclear history of *Sclerospora graminicola*, *Mycologia*, 29, 1937.

— Studies on the cytoplasm and its inclusions in *Sclerospora graminicola*. *Amer. J. Bot.*, 30, 1943.

— A cytological study of the development of the oospore of *Sclerospora macrospora* (Sacc.) *Trans. Wisc. Acad. Sci. Arts and Lett.*, 38, 1946.

MELHUS (Y. E.). — Perennial mycelium in species of Peronosporaceae related to *Phytophthora infestans*. *Journ. Agr. Res.*, 5, 1915.

MILLASSEAU (J.). — Contribution à l'étude morphologique du *Peronoplasmopara Humuli* Myab. et Tak. *Ann. Epiphyties*, 1928.

Source : MNHN, Paris

MILLBRAITH (D. G.). — Downy mildew on lettuce. *California J. Agric. Research*, 1923.

MOREAU (F.). — Les Champignons, I, *Encyclopéd. Mycol.*, 22, 1953.

— Les Champignons, II, *Ibid.*, 23, 1954.

MUNDKUR (B. D.). — Morphology and cytology of development of the sex organs of *Phytophthora himalayensis* Dastur, *Bot. Gaz.*, 110, 1949.

MURPHY (P. A.). — The morphology and cytology of the sexual organs of *Phytophthora erythroseptica* Pethyb. *Ann. of Bot.*, 32, 1918.

— The presence of perennial mycelium in *Peronospora Schleideni* Unger, *Nature*, 108, 1921.

— The production of the resting-spores of *Phytophthora infestans* on potato tubers. *Sci. Proc. Roy. Dublin Soc.*, N. S., 18, 1927.

NARASIMHAM (M. J.). — Studies in the genus *Phytophthora*, in Mysore I, Heterothallic strains of *Phytophthora*. *Phytopathology*, 20, 1930.

OLIVE (L. S.). — The structure and Behavior of Fungus Nuclei. *Bot. Rev.*, 19, 1953.

PATEL (M. K.). — Production of oospores by *Sclerospora sorghi*. *Curr. Sci. India*, 18, n° 3, 1949.

PATTERSON (P. M.). — Oogenesis in *Pythium torulosum*. *Jour. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, 43, 1927.

PEGLION (V.). — La formazione dei conidi e la germinazione delle oospore della *Sclerospora macrospora* Sacc. *Boll. R. Staz. Path. veg. Roma*, 10, N. S., 1930.

PERSON (H.), LUCAS (G. B.). — Oospore germination in *Peronospora tabacina*, *Phytopathology*, 43, N. S., 12, 1953.

PETHYBRIDGE (G. H.). — On the rotting of potato tubers by a new species of *Phytophthora* having a method of sexual reproduction hitherto undescribed. *Sci. Proc. Roy. Dublin Soc.*, N. S., 13, 1913.

— Further Observations on *Phytophthora erythroseptica* Pethyb. and one Disease produced by it in the Potato Plant. *Ibid.*, 14, N. S., 1914.

PETHYBRIDGE (G. H.), MURPHY (P. A.). — On pure cultures of *Phytophthora infestans* de Bary and the development of oospores. *Ibid.*, 13, 1913.

PEYRONEL (B.). — Gli zoosporangi nelle *Sclerospora macrospora* Boll. della *Rev. Staz. Path. veg. di Roma*, 9, N. S., 1929.

PFISTER (R.). — Zur Biologie von *Cystopus Tragopogonis* Pers. *Centrbl. für Bakt.*, 71, 1927.

PRILLIEUX (E.). — Sur les spores d'hiver du *Peronospora viticola*, *C. R. Ac. Sc.*, 43, 1881.

— Le Mildiou, maladie de la Vigne produite par l'invasion du *Peronospora viticola*, *Ann. Inst. Nat. Agr.*, 5, 1882.

— Sur la germination des oospores du *Peronospora* de la Vigne, *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 30, 1883.

Source : MNHN, Paris

RAVAZ (L.). — Sur la germination des spores du mildiou de la vigne, *C. R. Ac. Sc.*, 137, 1921.

RAVAZ (L.) et VERGE (G.). — La germination des spores d'hiver de *Plasmopara viticola*, *C. R. Ac. Sc.*, 156, 1913.

ROSE (D. H.) and LINDEGREEN (C. C.). — *Phytophthora* rot of apples and pears. *Journ. Agr. Res.*, 30, 1925.

ROSENBERG (O.). — Ueber die Befruchtung von *Plasmopara alpina* (Johans). *Bihang. t. K. Swensk. Akad. Handlinger*, 28, 1903.

ROSTOWZEW (S. J.). — Beiträge zur Kenntniss der Peronosporeen, *Flora*, 92, 1903.

RUHLAND (W.). — Die Befruchtung der *Albugo Lepigoni* und einiger Peronosporeen. *Hedwigia*, 41, 1902.

— Studien über die Befruchtung der *Albugo Lepigoni* und einiger Peronosporeen. *Jahrb. wiss. Bot.*, 39, 1904.

SAFEEULLA (K. M.) — Morphological and cytological studies of *Albugo* sp. on *Ipomoea hederacea*. *Curr. Sci. India*, 21, n° 10, 1952.

SAFEEULLA (K. M.), THIRUMALACHAR (M. J.). — Gametogenesis and oospore formation in *Sclerospora* sp. on Sorgum vulgare. *Mycologia*, 47, n° 2, 1955.

— A morphological and cytological study of *Cystopus* on *Mollugo cerviana*. *Phytomorphology*, 1, n° 3-4, 1951.

SAKSENA (R. K.). — Recherches physiologiques et cytologiques sur quelques espèces du genre *Pythium*. *Rev. Gén. Bot.*, 48, 1936.

— Some aspects of physiology and cytology of Pythiaceae. *Proc. 40th Indian Sci. Congress*. II. Calcutta, 1943.

SALMON (E. S.) et WARE (W. M.). — On the presence of a perennial mycelium in *Pseudoperonospora Humuli* (Miya. et Tak.) Wils, *Nature*, 116, 1925.

— Inoculation experiments with downy mildews of the hop and nettle (*Pseudoperonospora Humuli* (Miya. et Tak.) Wils, and *P. urticae* (Lib.) Salmon and Ware. *Ann. appl. Biol.*, 1928.

— The downy mildew of the Hop J.S.E. *Agric. Coll. Wye Kent*, 1931-1934.

SCHRÖTER (J.). — Pilze. Kryptogamen Flora von Schleisen, III, 1, 1889.

— Saprolegniineae, Peronosporineae. *Die natürliche Pflanzenfamilien* Engler und Prantl., 1, 1893.

SINGALOWSKY (Z.). — Etude morphologique, cytologique et biologique du mildiou de la Betterave (*Peronospora Schachtii* Fuck.). *Ann. Epiphyties*, N. S., 3, 1937.

SMITH (W.). — The resting-spores of the Potato Disease. *Gard. Chron.*, V, 4, 1875.

— The Potato Fungus, Germination of the resting-spores. *Ibid.*

STAMPS (D. J.). — Variation in a strain of *Phytophthora cactorum*. *Trans. Brit. Myc. Soc.*, 36, n° 3, 1953.

Source : MNHN, Paris

— Oosporeproduction in paired cultures of *Phytophthora*. *Ibid.*

STEVENS (F. L.). — The compound oosphere of *Albugo Bliti*. *Bot. Gaz.*, 28, 1899.

— Gametogenensis and fertilization in *Albugo*. *Ibid.*, 32, 1901.

— Studies in the fertilization of Phycomycetes : *Sclerospora graminicola* (Sacc.) Schroet. *Ibid.*, 34, 1902.

— Oogenesis and fertilization in *Albugo Ipomoeae-panduranae*, *Ibid.*, 38, 1904.

STEVENS (R. B.). — Certain nuclear phenomena in *Albugo Portulacae*. *Mycologia*, 32, 1940.

SZYMANEK (J.). — Contribution à l'étude du *Phytophthora infestans*, parasite de la pomme de terre. *Ann. Epiphyties*, 13, 417, Thèse, Paris, 1928.

THIRUMALACHAR (M. J.), WHITEHEAD (M. D.) and BOYLE (J. S.). — Gametogenesis and oospore formation in *Cystopus* (*Albugo*) *evolvuli*. *Bot. Gaz.*, 110, n° 3, 1949.

THIRUMALACHAR (M. J.) and WHITEHEAD (M. D.). — Sporangial phase of *Sclerospora butleri*. *Amer. Jour. Bot.*, 39, n° 6, 1952.

TRAVERSO (G. G.). — Note critiche sopra le *Sclerospora* parasite dei Graminacee. *Malpighia*, 1902.

TROW (A. H.). — Observations on the biology and cytology of *Pythium ultimum*. *Ann. of Bot.*, 15, 1901.

TSANG (K. C.). — Recherches cytologiques sur la famille des Péronosporées; étude spéciale de la reproduction sexuelle. *Le Botaniste*, 21, 1929.

TUCKER (C. M.). — Taxonomy of the genus *Phytophthora*. *Agr. Exp. Sta. Bull.*, 153, 1931.

WAGER (H.). — On the nuclei of *Peronospora parasitica* and on their behaviour during the formation of the oospore. *Ann. of Bot.*, 4, 1889.

— Reproduction and fertilization in *Cystopus candidus*. *Ibid.*, 10, 1896.

— On the structure and reproduction of *Cystopus candidus* Lév., *Ibid.*

— The sexuality of the fungi. *Ibid.*, 13, 1899.

WARE (W. M.). — *Pseudoperonospora Humuli* and its mycelium invasion of the host plant. *Trans. Brit. Myc. Soc.*, 11, 1926.

WARTENWEILLER (A.). — Beiträge zur Kenntniss der Gattung *Plasmopara*. *Ann. Myc.*, 15, 1917.

— Zur Biologie die Gattung *Plasmopara*. *Verhandl. Schweiz. Natur. Ges. Zürich*, 1918.

— Beiträg zur Systematik und Biologie einiger *Plasmopara* Arten. *Ann. Myc.*, 16, 1918.

WATERHOUSE (G. M.). — The production of conidie in the genus *Phytophthora*. *Trans. Brit. Myc. Soc.*, 15, 1931.

Source : MNHN, Paris

— The genus *Phytophthora*. *The commonwealt Mycological Institute Kew*, 1956.

WILSON (A. S.). — Potato disease and parasitism. *Trans. Proc. Bot. Soc.*, V, 10, 1891.

WOLF (F. A.), RUTH (A.), MC LEAN and DIXON (L. F.). — Further studies on downy mildew of tobacco. *Phytopathology*, 26, 1936.

ZALEWSKY (R.). — Zur Kenntniss der Gattung *Cystopus* Lev. *Bot. Centrbl.*, 15, 1883.

— Ueber Sporenabschmürung und Sporenabfallen bei den Pilze. *Flora*, 66, 1883.

ZATTLER (F.). — Ueber die Einflüsse von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Keimung und Fruktification von *Pseudoperonospora Humuli* und auf das Zustandekommen der Infektion des Hopfens. *Phytopath. zeitschrft.*, 1931.

ZENTMYER (E. A.). — A substance stimulating sexual reproduction in *Phytophthora cinnamoni*. *Phytopathology*, 42, 1952.

## LEGENDE DES PLANCHES

Dans les trois Planches, toutes les figures ont été dessinées d'après les préparations traitées par la méthode Helly-Feulgen.

### PLANCHE X.

Fig. 1, 13, 21 et 42. — *Peronospora media*, 1. jeune oogone avec des noyaux disposés par paires et d'autres accouplés; 13, les deux noyaux de la future spore, le coenocentre ou la substance de réserve nucléaire, figurent à une certaine distance sous la forme d'une tache arrondie; 21, le nouveau mycélium tel qu'il apparaît entre les mailles du réseau de la membrane de l'oospore. On constate l'inégalité dans la taille des noyaux; 42, mycélium, certains noyaux sont appariés.

Fig. 2, 6, 7, 8, 18 et 22. — *Peronospora Tanaceti*, 2, noyaux accouplés et fusionnés dans un jeune oogone; 6, début prophase I; 7, fin prophase I; 8, anaphase I; 18, première division des deux noyaux de l'oospore, on compte le même nombre de chromosomes. Les noyaux du périplasme persistent toujours; 22, deux vésicules ou articles plurinucléés issus de l'oospore.

Fig. 3 et 4. — *Bremia lactucae*, 3, noyaux appariés dans le mycélium interne; 4, noyaux allongés et parfois par deux, dans le mycélium externe.

Fig. 5, 10, 29 et 41. — *Sclerospora graminicola*, 5, noyaux diploïdes, les chromocentres sont reliés par des tractus chromatiques. Le nucléole est très net; 10, oospore avec ses deux noyaux peu chromati-

Source : MNHN, Paris

ques, alors que ceux du périplasme conservent leur structure intacte; 29, noyaux allongés dans le conidiophore; 41, fin prophase I.

Fig. 9, 31 et 32. — *Cystopus Tragopogonis*, 9, oogone avec l'oospore et ses deux noyaux faiblement colorés. Dans le périplasme, les noyaux conservent leur aspect; 31, conidie; 32, une vacuole formée au centre de la conidie, repousse les noyaux vers la périphérie.

Fig. 11. — *Cystopus candidus*, les noyaux de la future spore, au centre de l'oogone.

Fig. 12 et 19. — *Plasmopara pygmaea*, 12, les noyaux de l'oospore; 19, première division de ces noyaux.

Fig. 14, 15, 16 et 40. — *Peronospora leptosperma*, 14 à 16, divers aspects des noyaux de l'oospore, le coenocentre comme une tache rosée est visible; 40, un fragment de l'oogone montrant des noyaux en métaphase II.

Fig. 17, 20 et 24. — *Peronospora Viciae*, 17, noyaux et coenocentre dans l'oospore; 20, jeune mycélium dans les mailles de la membrane réticulée de la spore; 24, un jeune article, issu de l'oospore, pénètre entre les cellules de l'hôte.

Fig. 23, 38 et 39. — *Peronospora Ficariae*, 23, jeune article issu de l'oospore; 38, noyaux allongés dans le mycélium externe; 39, divisions végétatives dans un groupe d'articles mycéliens sous l'épiderme.

Fig. 25, 26 et 36. — *Basidiophora entospora*, 25, structure des noyaux de diverss tailles dans la vésicule formée par l'oospore; 26, vésicule plurinucléée; 36, mycélium externe, noyaux étirés.

Fig. 27 et 28. — *Phytophthora infestans*, 27, noyaux très allongés dans le conidiophore; 28, noyaux dans une conidie.

Fig. 30 et 37. — *Plasmopara viticola*, 30, noyaux piriformes dans une conidie; 37, article mycélien à la surface de la feuille. Les noyaux sont arqués et semblent suivre un courant cytoplasmique.

Fig. 33, 34 et 35. — *Pseudoperonospora Humuli*, 33, jeune conidie, noyaux allongés; 34, divisions végétatives dans des jeunes articles mycéliens; 35, jeune mycélium dans la chambre sous-stomatique.

## Planche XI.

Fig. 1, 2, 3 et 16. — *Sclerospora graminicola*, 1, mycélium interne, quelques noyaux sont appariés; 2, noyaux en fin de métaphase, dans l'oogone; certains gemini demeurent encore non dissociés; 3, noyaux diploïdes dans un oogone, on voit la membrane; 16, fin anaphase I.

Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 15 et 18. — *Basidiophora entospora*, 4, oospore âgée avec un article mycélien voisin; 5, jeune oogone, noyaux appariés; 6, noyaux diploïdes aussitôt après la fusion, les contours sont irréguliers et le contenu peu net; 7, noyaux de fusion, trois

Source : MNHN, Paris

noyaux ordinaires sont en voie de dégénérescence; 8, anaphase I; 9, noyaux allongés suivant un courant cytoplasmique dans un jeune filament; 12, les noyaux montrent une extrémité tournée vers la périphérie; 15, prophase II; 18, trois vésicules plurinucléées issues de l'oospore.

Fig. 10. — *Cystopus candidus*, trois aspects des noyaux dans un conidiophore. On remarque l'épaisseur de la membrane.

Fig. 11. — *Bremia lactucae*, conidie, noyaux avec nucléole et un réseau à chromocentres.

Fig. 13, 17 et 20. — *Peronospora fulva*, 13, divisions végétatives dans un jeune filament; 17, jeune article issu de l'oospore et la membrane réticulée de ce dernier; 20, fin prophase I.

Fig. 14. — *Cystopus Tragopogonis*, noyaux diploïdes dans un oogone âgé, mycélium autour.

Fig. 19. — *Pseudoperonospora Humuli*, jeune oogone, noyaux accouplés, d'autres en dégénérescence.

Fig. 21. — *Peronospora media*, fin prophase I.

PLANCHE XII.

Fig. 1, 2, 3 et 4. — *Peronospora Ficariae*, 1, jeune oogone, noyaux appariés; 2, noyaux accouplés et fusionnés dans un jeune oogone; 3, deux noyaux au centre de l'oogone, les autres noyaux restent dans le périplasme; 4, fin d'anaphases dans l'oogone, quelques articles mycéliens l'entourent

Fig. 5 et 12. — *Peronospora fulva*, 5, oogone, les deux noyaux de la future spore sont au centre, les autres figurent dans le périplasme; 12, conidie, quelques noyaux sont disposés par paires.

Fig. 6, 7 et 8. — *Peronospora media*, 6, jeune oogone; 7, première division dans l'oogone; 8, deuxième division.

Fig. 9 et 14. — *Peronospora Holostei*, vésicule plurinucléée sortant d'une oospore; 14, noyaux aussitôt après la fusion, les contours sont irréguliers.

Fig. 10, 15 et 18. — *Peronospora leptosperma*, 10, trois vésicules plurinucléées dans une oospore germée; 15, oospore, les deux noyaux sont à peine colorés alors que ceux du périplasme conservent leur structure; 18, jeune mycélium sortant à l'extérieur par l'ouverture de la stomate.

Fig. 11, 16 et 17. — *Peronospora Tanaceti*, 11, noyaux appariés dans un filament mycélien; 16, noyaux étirés et arqués suivant le mouvement cytoplasmique dans un article mycélien externe; 17, divisions végétatives.

Fig. 13. — *Pseudoperonospora Humuli*, jeune conidie, réseau chromatique serré et fortement coloré.

Fig. 19. — *Basidiophora entospora*, conidiophore.

Fig. 20. — *Peronospora Viciae*, métaphase II.

Source : MNHN, Paris

# Contribution à la Mycoflore de l'Iran

## Troisième Liste

Par E. KHABIRI (Téhéran).

■

Cette liste comporte des espèces parasites et saprophytes ainsi que quelques macromycètes humicoles ou ditricoles récoltés ou observés dans différentes régions de l'Iran. Elle complète celles parues dans la Revue de Mycologie (*17*, fasc. 2, p. 154-57, 1952 et *21*, fasc. 2-3, p. 174-76, 1956).

### A. MICROMYCÈTES

#### Péronosporales

*Cystopus candidus* (Pers.) Lév., sur *Capsella bursa-pastoris* Moench.

*Peronospora aestivalis* Syd., sur *Medicago sativa* L.

*P. trigonellae* Gäum., sur *Trigonella foenum-graecum* L. vendu sur le marché de Téhéran.

#### Ascomycètes.

*Taphrina deformans* (Berk.) Tul., sur *Persica vulgaris* L.

*T. pruni* (Fck.) Tul., sur *Prunus domestica* L.

*Erysiphe galeopsidis* DC., sur *Stachys arvensis* L.

*E. horridula* (Wallr.) Lév., sur *Anchusa azurea* Mill.

*Podosphaera oxyacanthae* (DC.) de By., sur *Cydonia maliformis* Mill.

*Phyllactinia mespili* (Cast.) Blumer, sur *Crataegus pentagyna* W. et K.

*P. suffulta* (Reb.) Sacc., sur *Alnus glutinosa* Gaertn., *Fraxinus excelsior* L., *Pistacia vera* L.

*Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.) Salm., sur *Taraxacum syriacum* Hang-Mzt.

*S. pannosa* (Wallr.) Lév., sur *Persica vulgaris* Mill., ainsi que sur les rosiers.

*S. sanguisorbae* (DC.) Blumer, sur *Poterium polygamum* W. et K.

Source : MNHN, Paris

*Uncinula clandestina* (Biv.-Bern.) Schroet., sur *Ulmus campestris* L.
*U. necator* (Schw.) Bur., sur les feuilles, rameaux et fruits de *Vitis vinifera* L.
*Phleospora moricola* Pass., sur *Morus alba* L.
*Venturia inaequalis* (Cke.) Wint., au stade conidien (*Fusicladium*), sur les feuilles, jeunes rameaux et fruits de *Pirus malus* L.
*Rhytisma acerinum* (Pers.) Fr., sur *Acer campestre* L.
*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de By., sur *Allium porrum* L.

**Basidiomycètes**

*Sphacelotheca holci-sorghi* (Riv.) Cif., sur *Sorghum saccharatum* Husn.
*Tilletia foetida* (Wallr.) Liro, sur *Triticum aestivum* L.
*Tuburcinia cepulae* (Frost.) Liro, sur *Allium akata* Gmel.
*Graphiola phoenicis* (Moug.) Poit., sur *Phoenix dactylifera* L.
*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Magn., sur *Phaseolus vulgaris* L.
*U. Baeumlerianus* Bub., sur *Melilotus officinalis* Lam.
*U. fabae* (Pers.) de By., sur *Vicia faba* L.
*U. glycyrrhizae* (Rabh.) Magn., sur *Glycyrrhiza glabra* L.
*U. loti* Blytt, sur *Lotus corniculatus* L.
*U. orobi* (Pers.) Lév., sur *Orobus vernus* L.
*U .polygoni-avicularіae* (Pers.) Schroet., sur *Polygonum alpestre* C. A. Mey. et *P. aviculare* L.
*U. rumicis* (Schum.) Wint., sur *Rumex* sp.
*U. scirpi* (Cast.) Burr., sur *Scirpus maritimus* L.
*U. trifolii* (Hedw.) Lév., sur *Trifolium* sp.
*U. tuberculatus* Fck., sur *Euphorbia condylocarpa* M. B.
*Puccinia acetosae* (Schum.) Koern., sur *Rumex acetosa* L.
*P. asteris* Duby, sur *Aster altaicus* Wild.
*P. Cesatii* Schroet., sur *Andropogon ischaemum* L.
*P. cichorii* (DC.) Bell., sur *Cichorium intybus* L.
*P. cirsii-lanceolati* Schroet., sur *Cirsium lanceolatum* Hill.
*P. coronata* Cda., sur *Avena sativa* L.; sur *Phleum asperum* Vill.

Cette dernière récolte, effectuée à Karadj, est intéressante en raison de la nature de la plante-hôte qui est rarement signalée comme support de cette Rouille. On y observe des urédospores et des téleutospores. Ces dernières mesurent : 30-46 × 16-26 μ (moyenne : 38,7 × 21,3). Les cornicules qui

Source : MNHN, Paris

couronnent le sommet des téleutospores sont peu nombreuses, tantôt prononcées, tantôt comparables à de simples bourrelets (fig. 1).

*P. cynodontis* Desm., sur *Cynodon dactylon* Rich.
*P. dracunculina* Fahrend., sur *Artemisia dracunculus* L.
*P. falcariae* (Pers.) Fck., sur *Falcaria vulgaris* Bernh.
*P. Fragosoi* Bub., sur *Koehlera phleoides* Pers.
*P. glumarum* (Schm.) Erikss. et Henn., sur *Dactylis glomerata* L., *Hordeum murinum* L., *Hordeum vulgare* L., *Triticum turgidum* L., *Triticum vulgare* Vill.
*P. graminis* Pers., sur *Ægilops triaristata* Willd., *Agropyrum repens* P. B., *Alopecurus agrestis* L., *Bromus danthoniae* Trin., *Hordeum leporinum* Lk., *Triticum vulgare* Vill.
*P. hieracii* (Schum.) Mart., sur *Centaurea behen* L.
*P. lampsanae* (Schultz.) Fck., sur *Lampsana communis* L.
*P. Magnusiana* Koern., sur *Phragmites communis* Trin.
*P. menthae* Pers., sur *Mentha aquatica* L., *Mentha piperita* Huds., *Mentha silvestris* L.
*P. persistens* Plowr., sur *Agropyrum intermedium* P. B.
*P. rhagadioli* (Pass.) Syd., sur *Rhagadiolus stellatus* Wild.
*P. rumicis-scutati* (DC.) Wint., sur *Rumex scutatus* L.
*P. sonchi* Rob. et Desm., sur *Sonchus maritimus* L.
*P. sorghi* Schw., sur *Zea mays* L.
*P. suaveolens* (Pers.) Rostr., sur *Cirsium arvense* Scop.
*P. triseti* Erikss., sur *Trisetum flavescens* P. B.
*Æcidium berberidis* Gmel., sur *Berberis vulgaris* L.
*Æc. clematidis* DC., sur *Clematis vitalba* L.
*Æc. senecionis* Desm., sur *Senecio lividus* L.
*Tranzschelia pruni-spinosae* (Pers.) Diet., sur *Prunus domestica* L.
*Kuehneola fici* (Cast.) Arth., sur *Ficus carica* L.
*Phragmidium disciflorum* (Tode) James, sur *Rosa* var. hort.
*Ph. rubi* (Pers.) Wint., sur *Rubus caesius* L.
*Ph. sanguisorbae* (DC.) Schroet., sur *Poterium polygamum* W. et K. et *P. sanguisorba* L.
*Ph. violaceum* (Schultz.) Wint., sur *Rubus dalmaticus* Guss., *glandulosus* Bell., *persicus* Boiss., *vestitus* Weihe.
*Melampsora allii-populina* Kleb., sur *Populus nigra* L.
*M. allii-salicis-albae* Kleb., sur *Salix purpurea* L.
*M. helioscopiae* (Schub.) Cast., sur *Euphorbia megalantha* Boiss.
*M. liniperda* Koern., sur *Linum usitatissimum* L.

Source : MNHN, Paris

## Adélomycètes

*Ascochyta piricola* Sacc., sur *Pirus communis* L.
*Botrytis cinerea* Pers., sur tige de *Citrus*.
*Cercospora beticola* Sacc., sur *Beta vulgaris* L.
*C. circumscissa* Sacc., sur *Amygdalus communis* L.
*C. kaki* Ell. et Ev., sur *Diospyros kaki* L.
*C. microsora* Sacc., sur *Tilia rubra* DC.
*C. ricinella* Sacc., sur *Ricinus communis* L.
*C. smilacina* Sacc., sur *Smilax aspera* L.
*C. violae* Sacc., sur *Viola odorata* L.
*Entomosporium maculatum* Lév., sur *Mespilus germanica* L.
*Gloeosporium acerinum* West., sur *Acer campestre* L.
*Gl. quercinum* West., sur *Quercus rubra* L.
*Heterosporium gracile* (Wallr.) Sacc., sur *Iris* sp.
*Leptothyrium pomi* (Mont. et Fr.) Sacc., sur les fruits de *Pirus malus* L.
*Marssonina rosae* Lib., sur *Rosa gallica* L.
*Polythrincium trifolii* Kze, sur *Trifolium repens* L.
*Ramularia anchusae* Mass., sur *Anchusa italica* Retz.
*R. rufomaculans* Peck, sur *Polygonum* sp.
*Septoria aesculicola* Sacc., sur *Æsculus hippocastanum* L.
*S. alnicola* Cke., sur *Alnus glutinosa* Gaertn.
*S. antirrhini* Desm., sur *Antirrhinum majus* L.
*S. candida* Sacc., sur *Populus alba* L.
*S. clematidis* Rob. et Desm., sur *Clematis vitalba* L.
*S. cornicola* Desm., sur *Cornus sanguinea* L.
*S. didyma* Fck., sur *Salix alba* L.
*S. fraxini* Desm., sur *Fraxinus excelsior* L.
*S. incondita* Desm., sur *Acer insigne* Boiss. et Bushe.
*S. lepidii* Desm., sur *Lepidium latifolium* L.
*S. mercurialis* West., sur *Mercurialis perennis* L.
*S. petroselini* Desm., sur *Apium graveolens* L.
*S. piricola* Desm., sur *Pirus communis* L. et *P. cordata* Desv.
*S. plantaginis* (Ces.) Sacc., sur *Plantago lanceolata* L.
*S. Rivini* P. Brun., sur *Falcaria vulgaris* Bernh.
*S. rubi* West., sur *Rubus* sp.
*S. tritici* Desm., sur *Triticum* sp.
*Sphaceloma rosarum* (Pass.) Jenk., sur *Rosa* var. hort.
*Stigmina platani* (Fck.) Sacc., sur *Platanus orientalis* L.

Source : MNHN, Paris

## B. MACROMYCÈTES

### Ascomycètes

*Helvella monachella* Fr. ex Scop.
*Morchella rotunda* Fr. ex Pers.

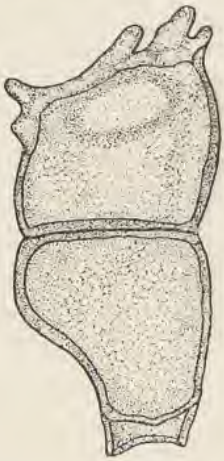


Fig. 1. — Probaside d'une forme de *Pucc. coronata* sur *Phleum asperum* (G. × 1.400).

### Basidiomycètes

*Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morg.
*Bovista plumbea* Pers.
*Clavaria aurea* Fr. ex Schaeff.
*Cl. cinerea* Fr. ex Pers.
*Cl. stricta* Fr. ex Pers.
*Coriolus versicolor* (Fr. ex L.) Quélet.
*Fomes fomentarius* (Fr. ex L.) Gillet.
*Ganoderma lucidum* (Fr. ex v. Leysser) Karst.
*Ithyphallus impudicus* Fr. ex L.
*Lycoperdon piriforme* Pers. ex Schaeff.
*Polyporus squamosus* Fr. ex Huds.
*Scleroderma aurantium* Pers. ex L.
*Scl. verrucosum* Pers. ex Bull.
*Stereum purpureum* Fr. ex Pers.
*Trametes gibbosa* Fr. ex Pers.
*Tremella mesenterica* Fr. ex Retz.

Source : MNHN, Paris

# Brève diagnose latine des Cytophyllopsis

Par Roger HEIM.

■

**Cytophyllopsis** Heim

(Sur les *Secotium* de Nouvelle-Zélande et la phylogénie de ce genre. *Rev. de Mycol.*, XVI, fasc. 2, p. 134, 1951, comme sous-genre.)

*Species* Secotii *figura. Pileo globoso vel gibbero, compacto, basi truncata, excavata vel decurrenti, tunica peridiali persistente, interdum scrobiculata, gelatinoso, pigmento vivide colorato. Stipite longo robustoque, cylindrato, columella percurrente, a gleba ad mediam saltem partem libera. Gleba locellata, colore ferruginoso, lamellis filamentosis ex hyphis inter se aequidistantibus, partim gelatis, constantibus. Sporis magnis (L supra 12 μ), obovatis-ellipsoideis vel fere rhomboideis, saepe ambitu subtiliter octagono, typice gasteroideis (symmetris secundum unum axem), quattuor tunicis, lato complexoque poro germinativo, omnino laevibus pallide ochraceis singillatim visis. — Terricola-humicola. Species typica :* Cytophyllopsis erythrocephala (*Tulasne*). *Nouvelle-Zélande, Tasmanie.*

Cette brève diagnose latine vient confirmer la coupure subgénérique que nous avions succinctement proposée en 1951, en langue française, pour caractériser le *Secotium erythrocephalum* Tul. dont le type est déposé au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. Cette simple note n'ajoute rien à notre étude préalable, sauf d'être conforme aux règles de la Nomenclature telles qu'un certain nombre d'auteurs les suivent. La description complète de l'espèce *erythrocephalum*, à la lumière de nouveaux échantillons, sera publiée ultérieurement, complétant celle qu'en a d'ailleurs déjà fournie Cunningham (The Gasteromycetes of Australia and New Zeeland, 1942). Il est à signaler que le caractère essentiel et distinctif de cette coupure, par rapport à d'autres *Secotium*, s'applique à la forme et à la pigmentation sporales. Ces particularités, signalés et figurées dans notre première

Source : MNHN, Paris

note, suffisent à désigner ce genre parmi la série (ou l'ordre) des Secotiales, dont nous avons montré précédemment la complexité et l'hétérogénéité. Les lignes ci-dessus sont destinées aussi à rappeler la valeur rigoureuse d'une citation princeps écrite en langue française, quand celle-ci définit, selon des termes significatifs, les critères nécessaires et suffisants de distinction taxinomique.

## LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

Teofilo **Herrera.** — Las Criptogamas en la obra de Linneo. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, tom. 18, 1-4, p. 121-137, diciembre 1957.

Teofilo **Herrera.** — Geastrum y Astraeus en el valle de Mexico. *Anales del Instituto de Biologia*, tom. 28, 1-2, p. 17-36, 9 fig., Mexico, 14 de junio de 1958.

T. **Nathorst-Windahl.** — Some interesting Agarics from South-Western Sweden. *Acta Horti Gotoburgensis*, vol. 22, 3, p. 75-86, 4 pl. phot. h.-t., Göteborg, may 1958.

Pierre **Reusser** und Stephi **Naef-Roth.** — Über den Einflub der Fusarinsäure auf den Gaswechsel von *Saccharomyces cerevisiae* Hans. *Phytopathologische Zeitschrift*, Bd. 26, H. 3, p. 273-296, 5 fig., Berlin et Hamburg, 1956.

Kenneth **Wells.** — Studies of some Tremellaceae. *Lloydia*, vol. 20, n° 1, p. 43-65, 3 pl., march 1957.

« Les Planches hors-texte VII, VIII, IX, précédemment prévues dans le Tome XXIII, sont reportées au Tome XXIV, où elles accompagneront les deux Notes correspondantes. »

Source : MNHN, Paris

# SUPPLÉMENT

## A LA REVUE DE MYCOLOGIE

### Chronique de l'amateur

■

#### 60.000 CHAMPIGNONS

M. Al. H. Smith, qui passe pour l'un des premiers mycologues des Etats-Unis, s'est flatté dernièrement d'avoir examiné dans sa vie plus de 60.000 Champignons. Il y a manifestement une poésie des grands nombres, et nous avons tous plaisir à entendre que telle étoile se trouve à un ou deux milliards d'années-lumière de nous. Rabelais lui-même nous apprend avec gravité que Gargantua noya un jour d'une façon bien à lui 37.642 personnes, sans compter les femmes et les petits enfants. Acceptons donc le chiffre de 60.000 donné par M. Smith. Et réfléchissons-y un peu.

D'abord, remarquons que ce n'est pas tellement énorme. Voici plus de trente ans que je m'occupe de mycologie, et il me passe certainement bon an mal an 2.000 Champignons par les mains, sinon davantage. J'avoue que je n'ai jamais fait le compte, et je suis sûr que tous mes confrères sont dans le même cas. Il m'est impossible d'en faire un recensement exact, car je ne prends jamais aucune note. J'essaie de loger dans ma cervelle tout ce que je vois. Y demeure ce qui veut, et le reste s'enfuit. Qu'importe? A quoi me servirait d'avoir des milliers de bouts de papier rangés dans des tiroirs et que je ne consulterais jamais? La mycologie est pour moi un plaisir et non pas une comptabilité. La méthode des fiches est peut-être utile, mais prendre ses fiches pour du savoir, c'est une erreur manifeste. Pour moi, je ne crois savoir que ce qui peut, à tout moment, se présenter à mon esprit au premier appel. Le reste ne compte pas. Je ne suis d'ailleurs pas assez vaniteux pour vouloir imposer cette manière de faire à autrui. Elle est bonne pour moi, et c'est tout ce que je lui demande. Et c'est pourquoi je ne saurais dire si j'ai déjà

Source : MNHN, Paris

examiné 60.000 Champignons, moins ou davantage. Et tout bien pesé, ce chiffre ne m'intimide aucunement.

Une autre question, et plus grave, à propos de ce chiffre. S'agit-il de spécimens, ou d'espèces? Pour des spécimens, le nombre est vraisemblable. Mais si M. Smith veut parler d'espèces, bien qu'il y en ait peut-être 60.000, je proteste. Il y aurait là une impossibilité matérielle criante, car l'examen réel d'une espèce demande plusieurs heures. Deux espèces par jour en moyenne représentent un maximum, ce qui donne au plus 700 espèces par an, et 70.000 par siècle d'activité intellectuelle à plein emploi. Il suffit d'y penser pour voir la contradiction.

Et puis, pourquoi se vanter de la sorte? Je suppose qu'un homme se spécialise dans les Inocybes, par exemple, et y travaille toute sa vie. Il aura vu de ce fait 400 ou 500 espèces tout au plus, mais s'il les connaît vraiment, il y aura là plus de gloire pour lui et plus de joie dans le ciel que pour celui qui aura enregistré 60.000 spécimens de n'importe quoi.

A la vérité j'ai peur que M. Smith n'ait sombré dans le péché mignon de notre époque, et c'est un péché typiquement anglo-saxon, engendré par la pratique du sport dans ce qu'elle a de plus déprimant et de plus humiliant pour le genre humain. Je veux dire qu'il a voulu transposer dans le domaine de la science l'idée de record, et il n'est pas loin peut-être d'inventer des compétitions où le premier prix irait à celui qui aurait le plus grand nombre d'espèces à son actif. Il rêve sans doute d'Olympiades mycologiques qui se tiendraient tous les quatre ans, et où tous les spécialistes du monde libre et de l'autre viendraient exhiber leurs performances. Ce serait un merveilleux spectacle, et qui permettrait des épreuves très variées. Il y aurait des épreuves de détermination contre la montre, ou avec handicap, ou avec les yeux bandés, des épreuves par équipes, des simples messieurs et des doubles combinés (j'avoue que je ne connais pas le sens des expressions que je viens d'employer, et ne m'en sers que pour les avoir entendues à la radio).

On pourrait ainsi déterminer mathématiquement quelle est la nation la plus forte dans notre science, et démontrer que, comme pour tout le reste, ce sont les Etats-Unis et l'U.R.S.S.

Car j'en appelle ici aux Américains de bon sens et de bonne foi — j'en connais et des meilleurs —: il faut convenir que c'est une régression horrible de mettre du nationalisme dans ces matières, et c'est pourtant ce qu'on est en train de faire. Si

Source : MNHN, Paris

M. Smith veut venir en Europe, et même en France pour y découvrir des nouveautés, je lui ouvre ma maison toute grande, et je me réjouirai de tout ce qu'il pourra m'apprendre. Il a une expérience différente de la nôtre et qui doit profiter à tout le monde. Mais je lui demanderai en retour de ne pas considérer les gens du vieux monde comme des incapables, et de ne pas les juger avec une précipitation indigne d'un homme qui a examiné 60.000 Champignons. Nous aussi nous pouvons avoir quelque chose à apprendre aux autres, et ce que nous découvrons n'est pas fatalement entaché d'erreur ou de sottise. Et si M. Heim découvre des espèces nouvelles au Mexique et fait sur elles avec la collaboration de M. Wasson un travail d'une ampleur et d'une portée exceptionnelles, au lieu de le considérer comme un intrus qui vient piétiner les plates-bandes de ses voisins, il est plus galant de lui tirer son chapeau et de s'en réjouir. La malveillance est toujours un aveu de faiblesse, et la calomnie est un procédé assez misérable.

Et puis, tout de même, critiquer comme l'a fait M. Smith les aquarelles de Fabre publiées dans l'ouvrage des Wasson, et prétendre que l'Amanita muscaria qui y est figurée est en réalité une caesarea, c'est une extravagance telle qu'on se demande s'il était bien nécessaire d'avoir examiné 60.000 Champignons pour en arriver là. Il est vrai que la figure de cette Amanite est un peu aberrante, et que moi-même j'en avais été quelque peu offusqué au premier abord. Je l'ai même dit, avec une imprudence dont je me repens maintenant. Car j'aurais dû dire tout simplement que je n'avais jamais vu de muscaria ayant cette physionomie. En effet, la nature qui ne manque pas d'humour, m'en a fourni d'identiques, quelques semaines après que ma critique eût été publiée. C'est-à-dire qu'on peut avoir examiné 60.000 Champignons et n'avoir pas encore vu celui qu'il fallait voir. Je me suis exposé ainsi au ridicule de nier la réalité, sous prétexte que je ne la connaissais pas sous cette forme-là. J'en ressens encore l'humiliation. Si peu qu'on ait l'esprit scientifique, il n'y a pas de pire douleur qu'une aberration de ce genre, et le seul moyen de s'en délivrer est d'en demander pardon publiquement et à tout le monde. Ce que je fais ici.

Non, la quantité ne fait rien à l'affaire. Les mycologues du siècle dernier, qui connaissaient bien moins d'espèces que nous, n'en étaient pas moins d'excellents mycologues, sans qui nous ne saurions rien. Ils ont eu plus de mérite à débrouiller les pre-

Source : MNHN, Paris

mières pistes de la mycologie que nous à diviser en douze espèces un de leurs Cortinaires. Les Champignons du Jura et des Vosges de notre Quélet sont un monument dont bien peu de gens peuvent mesurer la grandeur. Quélet ne connaissait que 70 Russules, et nous en aurons bientôt 500. Mais nous ne les connaîtrons jamais, parce qu'on ne peut pas connaître 500 Russules. C'est une chose impensable, comme on dit dans le jargon d'aujourd'hui. Il faudra nous contenter de savoir qu'elles existent et qu'on pourrait au besoin les déterminer, de sorte que notre science débouche une fois de plus sur une voie sans issue. Et savoir qu'il n'y a pas d'issue est le seul progrès que nous aurons fait sur nos devanciers. C'est peu de chose.

Mais je ne voudrais pas décourager M. Smith. Il a la chance d'habiter un continent immense, et où la variété des climats et des végétations promet aux mycologues une moisson à peu près illimitée. Il a tant de pain sur la planche qu'il devrait être bien heureux toutes les fois qu'un modeste Européen vient à son secours et le soulage dans sa tâche démesurée de prospection. Si ce n'était pas si loin, j'aurais bien de la joie à herboriser avec lui sur ses terrains familiers, à consulter sa mémoire, à m'assimiler son expérience. Car tout compte fait, 60.000 Champignons, c'est quelque chose, quand on sait s'en servir!

Georges BECKER.

---

TABLES DU TOME XXIII

■

## Table des travaux et des auteurs

Jacques BOIDIN. — Hétérobasidiomycètes saprophytes et Homobasidiomycètes résupinés : V. Essai sur le Genre *Stereum* Pers. ex S. F. Gray (avec 3 fig.) ..... 318

Bernard BOULLARD. — Les Mycorrhizes des espèces de contact marin et de contact salin (avec 13 fig.) ..... 282

Francis BUGNICOURT. — Contribution à l'étude de *Cladosporium Colocasiae* Sawada (1 Pl. h.-t., 1 fig.) ..... 233

Source : MNHN, Paris

Panca HEIM (Mme). — Observations sur la reproduction sexuelle des Péronosporacées, notamment du *Basidiophora entospora* Roze et Cornu (Pl. X, XI, XII) ..... 373

Roger HEIM. — Diagnose latine du *Psilocybe Wassonii* Heim, espèce hallucinogène des Aztèques ..... 119

Roger HEIM. — Brève diagnose latine des *Cytophyllopsis* ..... 413

Roger HEIM, Arthur BRACK, Hans KOBEL, Albert HOFMANN et Roger CAILLEUX. — Déterminisme de la formation des carpophores et des sclérotes dans la culture du *Psilocybe mexicana* Heim, Agaric hallucinogène du Mexique, et mise en évidence de la psilocybine et de la psilocine (1 Pl. texte). 106

Roger HEIM et Roger CAILLEUX. — Diagnose latine du *Psilocybe semperviva* Heim et Cailleux ..... 352

Roger HEIM et Albert HOFMANN. — Isolement de la psilocybine à partir du *Stropharia cubensis* Earle et d'autres espèces de champignons hallucinogènes mexicains appartenant au genre *Psilocybe* ..... 347

Albert HOFMANN, Roger HEIM, Arthur BRACK et Hans KOBEL. — Psilocybin, ein psychotroper Wirkstoff aus dem mexikanischen Rauschpilz (Psilocybine, une substance active psychotrope extraite du champignon hallucinogène mexicain, *Psilocybe mexicana* Heim) (avec 2 graph.) ..... 114

E. KHABIRI. — Contribution à la mycoflore de l'Iran (3e liste) (avec 1 fig.) ..... 408

Marcelle LE GAL (Mme) et François MANGENOT. — Contribution à l'étude des Mollisioïdées. II (1re série) (Pl. I à VI, 24 fig.) (*suite*) ..... 28

Georges MALENÇON. — Les élatères et les spores du *Battarrnea Guicciardiniana* Cesati (avec 3 fig.) ..... 3

Eug. MAYOR. — A propos d'un *Ustilago* sur *Moehringia pentandra* Gay ..... 100

Claude et Mireille MOREAU. — Le « blast » des jeunes Palmiers à huile. Observations sur le système radiculaire de l'hôte et sur ses parasites (avec 11 fig.) ..... 201

Jacqueline NICOT. — Une moisissure arénicole du Littoral Atlantique : *Dendryphiella arenaria* sp. nov. (avec 2 fig.) ..... 87

Henri ROMAGNESI. — Recherches sur les Lactaires à lait rouge (*Dapetes* Fr.) (avec 4 fig.) ..... 261

*
**

Tribune libre (Mme Marcelle LE GAL, p. 121 : « Petite promenade à travers le maquis de la Nomenclature. » Roger Heim, p. 127 : « Propos sur la Nomenclature »; p. 354 : « Sur une grave erreur d'interprétation »).

Source : MNHN, Paris

Révisions bibliographiques et Mise au point phytopathologique : Les maladies parasitaires des principales cultures tropicales, XXI (Renée Resplandy), p. 237. — Biologie de la rouille du Caféier (Razafindrambahy Razafindramamba), p. 177.

Analyses bibliographiques : Travaux récents sur les Chanterelles (Alex. H. Smith et Elisabeth E. Morse, R. Kühner et H. Romagnesi, R. Heim, E. J. H. Corner), p. 136. — Danish Pyrenomycetes. A preliminary Flora (Flore préliminaire des Pyrénomycètes danois) (A. Munk), p. 140. — Black stripe of Sugar Cane (W. Y. Yen, T. C. Lo et C. C. Chi), p. 257. — Study on Tobacco Diseases in Taiwan. I. Distribution and Control of Tobacco Damping-off in Taichung. II. Frog eye diseases of Tobacco (W. Y. Yen), p. 257. — Leaf blast of Sugar Cane (W. Y. Yen et C. C. Chi), p. 258. — A new covered smut of Sugar Cane in Taiwan (W. Y. Yen et C. S. Wang), p. 258. — Studies on the genus *Cercospora* found in Taiwan (Shu-Hsien Sun), p. 258. — Leaf scorch of Peanut (A new disease) (W. Y. Yen, M. J. Chen et K. T. Huang), p. 258. — La mycoflore du Riz irrigué en Afrique occidentale (A. Ravisé), p. 259. — Urédinées du Maroc (A. L. Guyot et G. Malençon), p. 259. — La mycotrophie chez les Ptéridophytes. Sa fréquence, ses caractères, sa signification (Bernard Boullard), p. 361. — Catalogue des Péronosporales, Erysiphacées, Ustilaginales et Urédinales du Canton de Neuchâtel (Eugène Mayor), p. 361.

Liste bibliographique ..... 144, 362, 414

Erratum ..... 145

Informations ..... 153, 260, 368

## SUPPLÉMENT

•

Georges Becker. — Chronique de l'amateur : Inocybes et civilisation. — Les Hêtraies du Sundgau. — 60.000 Champignons ..... 146, 363, 415

Camille Fauvel. — La chronique anecdotique : A propos de la chronique de G. Becker sur l'Ouvrage Mycologique de Mrs et Mr Wasson..... 149

Dr R. Henry. — Réactions chimiques colorées en Mycologie. Action de l'Iode (*à suivre*)..... 154, 369

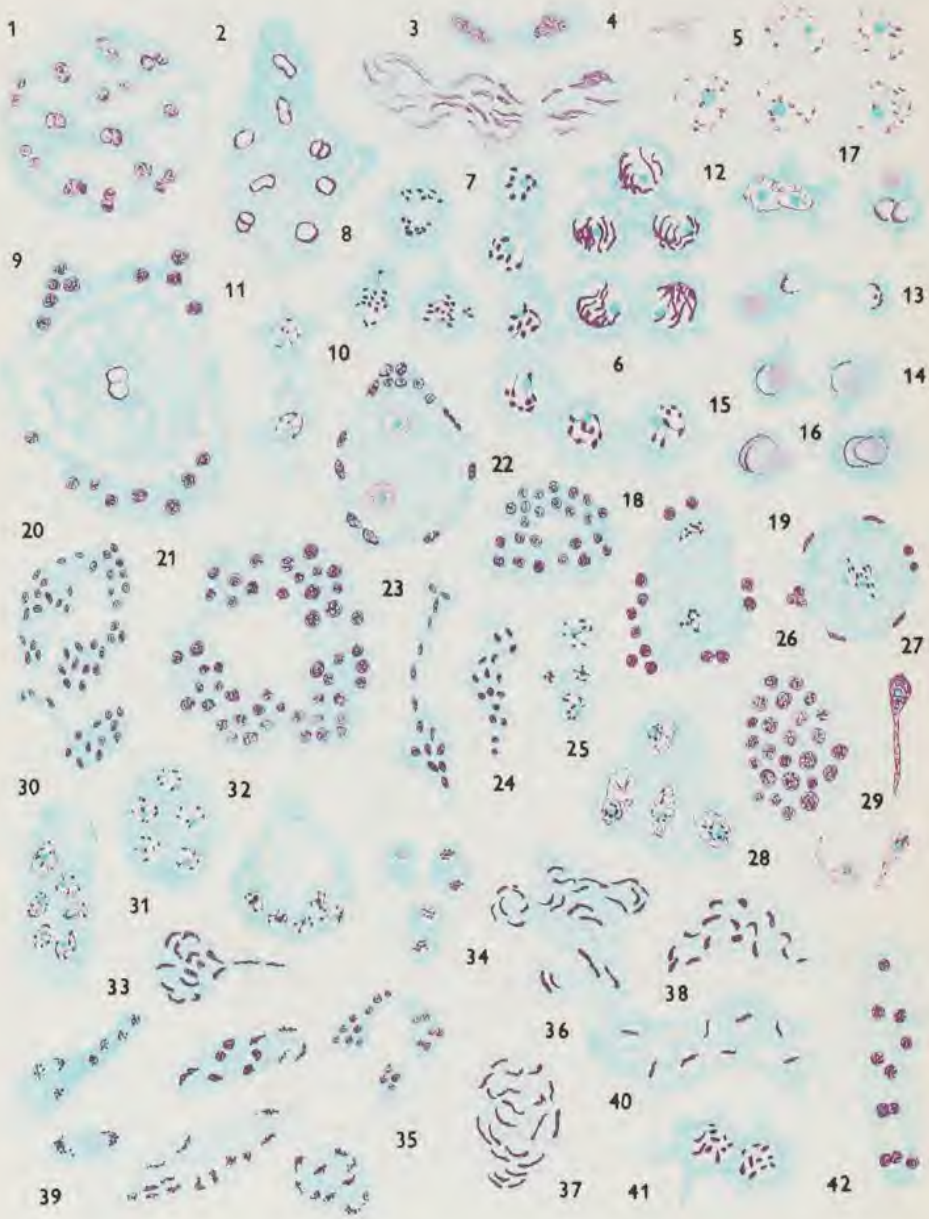
---

Le rédacteur en chef et le gérant de la Revue : Roger Heim, P. Monnoyer.

---

Imprimerie Monnoyer — Le Mans

Source : MNHN, Paris

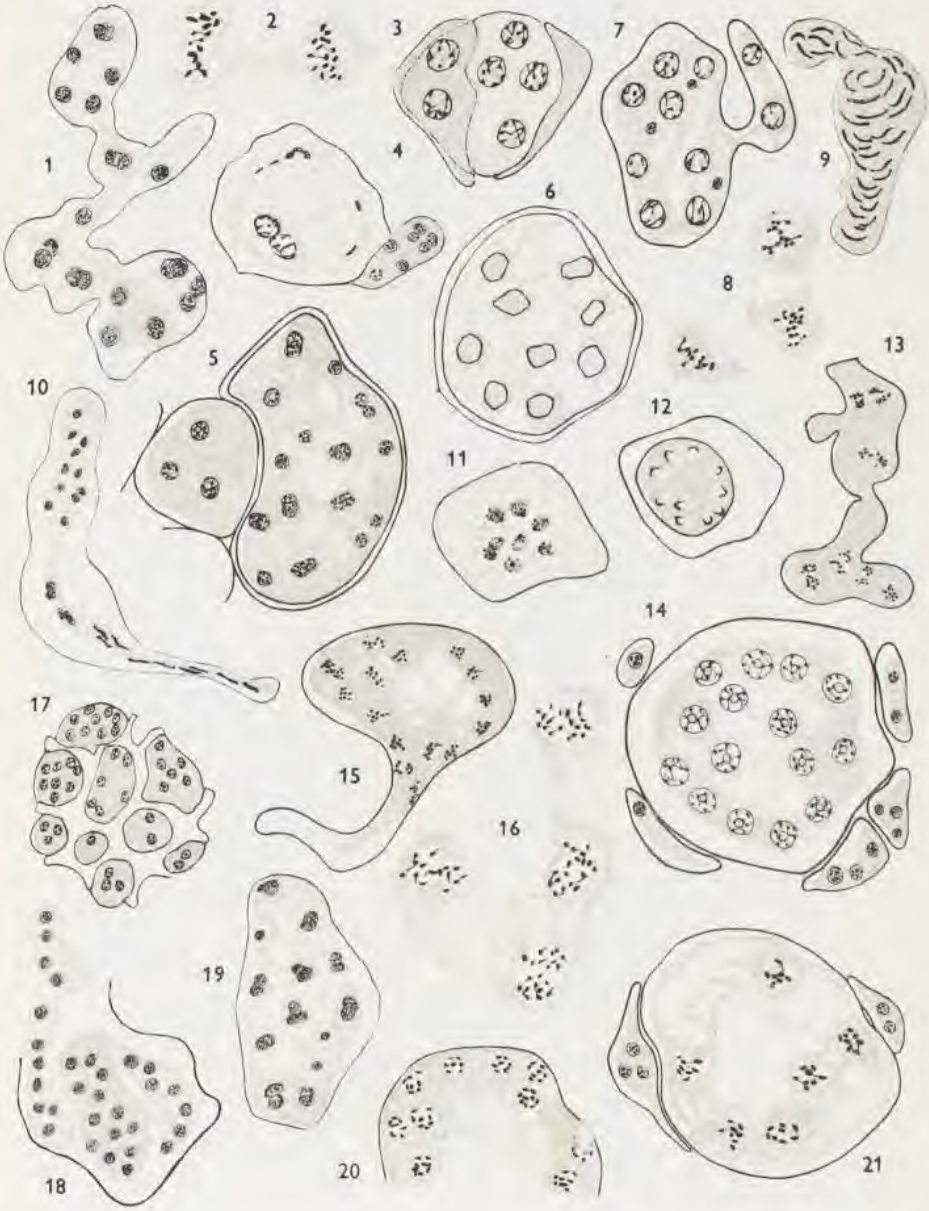



Imp. LAHURE

Panca HEIM del

La reproduction sexuelle des Péronosporacées

Source : MNHN, Paris



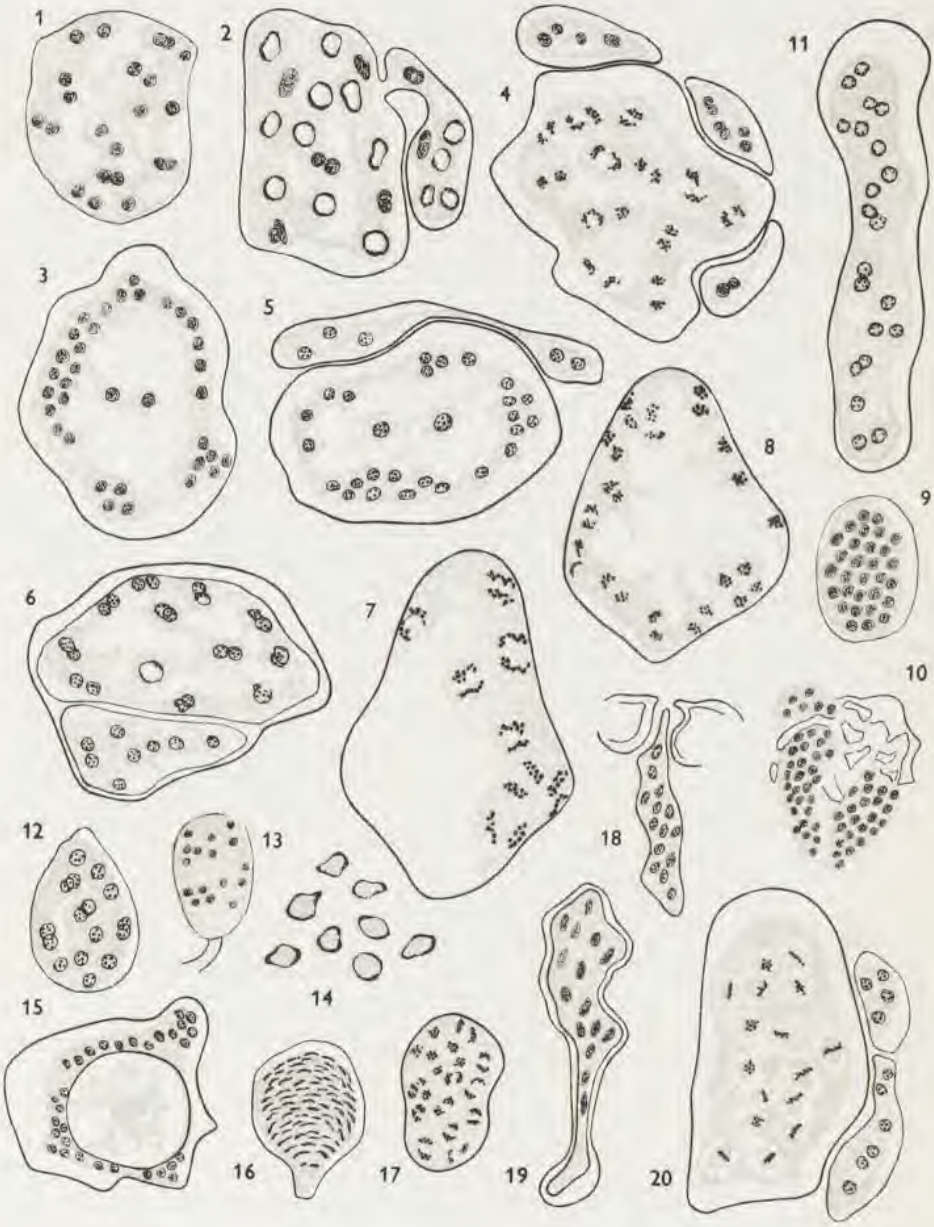

Imp. LAHURE

Panca HEIM del

La reproduction sexuelle des Péronosporacées

MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris




Imp. LAHURE

Panca HEIM del

La reproduction sexuelle des Péronosporacées

Source : MNHN, Paris